Évaluation immobilière résidentielle et multirésidentielle au Québec

Fondements, méthodes et applications avancées

Simon-Pierre Boucher

Université du Québec en Outaouais
Département des sciences administratives

Version de travail 0.1 — 1er novembre 2026

Évaluation immobilière résidentielle et multirésidentielle au Québec
Fondements, méthodes et applications avancées

Simon-Pierre Boucher — Université du Québec en Outaouais (affiliation descriptive).

Cet ouvrage est une version de travail. Il n'est ni approuvé, ni publié, ni endossé par l'Université du Québec en Outaouais ; l'affiliation est mentionnée à titre descriptif. Le logo officiel de l'établissement n'y figure qu'avec autorisation écrite.

Les données identifiées comme SYNTHÉTIQUES ont été générées par les scripts du dépôt à des fins pédagogiques ; elles ne décrivent aucune propriété, transaction ni personne réelle. Les règles de droit et les normes professionnelles citées sont accompagnées de leur date de consultation ; le lecteur doit vérifier la version en vigueur avant toute application. Cet ouvrage ne constitue ni un avis juridique ni un rapport d'évaluation.

Composition : LuaLaTeX, Libertinus, Source Sans 3. Figures : Python (Matplotlib), R et TikZ ; chaque figure est reproductible à partir des scripts du dépôt.

© 2026 Simon-Pierre Boucher. Tous droits réservés pour la version de travail.

Préface

Ce traité est né d'un constat simple : l'évaluation immobilière résidentielle et multirésidentielle au Québec est enseignée, pratiquée et jugée dans un cadre institutionnel distinct de celui du reste de l'Amérique du Nord, mais les ouvrages de référence disponibles décrivent presque tous ce dernier. Le droit civil, le rôle d'évaluation foncière triennal, l'encadrement des loyers par le Tribunal administratif du logement, la copropriété divise et la structure particulière du parc locatif de petits immeubles (duplex à quintuplex) façonnent la valeur des biens québécois d'une manière que les manuels américains ou canadiens-anglais ne traitent qu'en passant.

L'ouvrage poursuit trois objectifs. Le premier est de donner des fondements rigoureux : chaque méthode est dérivée, chaque équation numérotée, chaque hypothèse explicitée. Le deuxième est l'ancrage québécois : sources primaires (lois, règlements, normes, publications statistiques) citées avec leur date de consultation, et pratiques décrites telles qu'elles s'exercent ici. Le troisième est la reproductibilité : tous les chiffres des exemples et des études de cas proviennent de jeux de données et de scripts fournis avec le livre, et chaque figure peut être régénérée.

Le lecteur visé est l'étudiant de premier ou de deuxième cycle en sciences administratives, en finance ou en urbanisme, le candidat à l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec, le praticien qui souhaite consolider ses méthodes quantitatives, et l'investisseur ou le prêteur qui veut comprendre ce que mesure vraiment une valeur. Les chapitres avancés (parties VII et VIII) supposent des notions de statistique inférentielle ; les autres sont autonomes.

Les données des études de cas sont *synthétiques* et identifiées comme telles : elles reproduisent des ordres de grandeur publiés par des organismes publics, mais ne décrivent aucune propriété réelle. Ce choix protège la confidentialité des transactions et permet de publier intégralement les données et le code. Les limites de chaque chapitre sont signalées dans des encadrés dédiés ; les points qui n'ont pu être vérifiés le sont aussi.

Simon-Pierre Boucher
Gatineau, 2026

Guide de lecture

Organisation

Le livre compte dix parties et quarante-huit chapitres. Les parties I à III posent les fondements économiques, juridiques et empiriques. Les parties IV à VI développent les trois méthodes classiques (comparaison, coût, revenu) avec un accent sur le multilogement. La partie VII présente les méthodes économétriques et computationnelles avancées, la partie VIII les évaluations particulières, et la partie IX quatre dossiers québécois complets qui mobilisent l'ensemble de l'ouvrage. Les annexes réunissent glossaire, formulaires, modèles de rapport, conventions de calcul, scripts et corrigés.

Encadrés

Définition : Encadré de définition

Les définitions sont numérotées par chapitre et reprises au glossaire.

Théorème : Résultat formel

Les propositions et théorèmes sont suivis d'une démonstration ou d'un renvoi.

Exemple : Exemple intégral

Les exemples présentent un calcul complet, reproductible par un script du dépôt.

Au Québec

Les encadrés « Au Québec » signalent une règle, une pratique ou une donnée propre au contexte québécois, avec la source et sa date de consultation.

Attention

Les encadrés « Attention » signalent un piège technique ou juridique.

Erreurs fréquentes

Les encadrés « Erreurs fréquentes » recensent les fautes typiques observées dans les rapports et les travaux d'étudiants.

Limites et mises en garde

Les encadrés « Limites » énoncent ce que la méthode ne permet pas de conclure.

Données synthétiques

Les encadrés « Données synthétiques » identifient tout jeu de données généré par simulation, avec la graine et le script.

En pratique

Les encadrés « En pratique » traduisent la théorie en gestes professionnels.

Conventions

Les montants sont en dollars canadiens courants, sauf mention contraire, et écrits selon l'usage québécois (1 234 567 $). Les superficies sont en mètres carrés ; l'équivalent en pieds carrés est donné lorsqu'il est d'usage (1 m² = 10,763 9 pi²). Les taux sont exprimés en pourcentage annuel ; les conventions de période (début ou fin d'année, capitalisation semestrielle des hypothèques canadiennes) sont rappelées à chaque usage. Les sigles français sont privilégiés (RNE pour revenu net d'exploitation, RCD pour ratio de couverture de la dette, RPV pour ratio prêt-valeur), avec l'équivalent anglais au glossaire (NOI, DSCR, LTV).

Exercices

Chaque chapitre se termine par des exercices de difficulté croissante (★ introduction, ★★ application, ★★★ approfondissement). Les corrigés sont regroupés à l'annexe des solutions.

Table des matières

Préface iii

Guide de lecture v

I Fondements économiques 1

1 Théorie de la valeur et prix immobiliers 3
- 1.1 Valeur, prix, coût : trois notions . . . 4
- 1.2 Les quatre facteurs de la valeur . . . 7
- 1.3 Les principes d'évaluation . . . 7
- 1.4 Le bien immobilier comme panier d'attributs et comme actif . . . 12
- 1.5 Prix d'équilibre et dispersion . . . 15
- 1.6 La valeur marchande comme espérance conditionnelle . . . 20
- 1.7 Sensibilité à la dispersion des prix . . . 23
- 1.8 Biais comportementaux : l'ancrage et ses conséquences . . . 23
- Exercices . . . 27
- Pour aller plus loin . . . 29

2 Droits immobiliers et bases de valeur 31
- 2.1 Le bien, le droit et la valeur : ce que l'on évalue . . . 32
- 2.2 Le droit évalué : pleine propriété, droit du locateur, droit du locataire . . . 38
- 2.3 Les bases de valeur . . . 41
- 2.4 Prix, valeur et coût . . . 45
- 2.5 Exemple intégral : le droit du locateur et la pleine propriété sur le cas 3 . . . 47
- 2.6 Sensibilité : rotation et taux d'actualisation . . . 49
- 2.7 Hypothèses, réserves et hypothèses extraordinaires . . . 52
- 2.8 Les dates : évaluation, référence au marché, promesse d'achat . . . 55
- Exercices . . . 59
- Pour aller plus loin . . . 61

3 Offre, demande et cycles 63
- 3.1 Stock, flux et ajustement lent . . . 64
- 3.2 Le modèle des quatre quadrants . . . 65
- 3.3 Élasticités de l'offre et contraintes . . . 68
- 3.4 Cycles : mises en chantier, inoccupation naturelle et prix . . . 71
- 3.5 Taux d'intérêt, coût d'usage et prix . . . 78

3.6 Indicateurs d'alerte . . . 82
Exercices . . . 86
Pour aller plus loin . . . 88

4 Marchés résidentiels québécois 89
4.1 La structure du parc : ce que mesure le Recensement . . . 90
4.2 Les régions métropolitaines . . . 93
4.3 Prix et loyers : les séries publiques et leurs limites . . . 95
4.4 Exemple intégral : la fiche de marché de deux RMR . . . 103
4.5 Les particularités institutionnelles du marché québécois . . . 104
4.6 Les acteurs du marché . . . 110
4.7 Le cycle 2000-2026 . . . 110
Exercices . . . 116
Pour aller plus loin . . . 118

5 Économie urbaine et rente foncière 121
5.1 La rente différentielle : de Ricardo à von Thünen . . . 122
5.2 Le modèle monocentrique d'Alonso, Muth et Mills . . . 123
5.3 Rente résiduelle et valeur du terrain . . . 129
5.4 Aménités, externalités et capitalisation . . . 131
5.5 Polycentrisme et accessibilité . . . 132
5.6 Exemple intégral : gradients de prix à Gatineau et rente interrégionale . . . 135
5.7 Taxe foncière et capitalisation . . . 137
Exercices . . . 145
Pour aller plus loin . . . 147

II Droit, fiscalité et normes 149

6 Code civil et droit immobilier 151
6.1 Biens, immeubles et droit de propriété . . . 152
6.2 Les modalités de la propriété . . . 155
6.3 Les démembrements du droit de propriété . . . 157
6.4 La vente et ses garanties . . . 163
6.5 L'hypothèque . . . 167
6.6 Le louage et le bail de logement : vue d'ensemble . . . 168
6.7 La publicité des droits et le registre foncier . . . 169
6.8 Exemple intégral : partager la valeur d'un immeuble entre deux titulaires . . . 172
6.9 Sensibilité : taux, durée et conventions . . . 174
6.10 Conséquences pour l'évaluateur : quel droit, quelles charges, quelles vérifications . . . 178
Exercices . . . 179
Pour aller plus loin . . . 181

7 Cadastre, titres, servitudes et copropriété **183**
7.1 Le cadastre du Québec et la rénovation cadastrale . . . 184
7.2 Le registre foncier et la chaîne des titres . . . 186
7.3 Le certificat de localisation . . . 188
7.4 Les servitudes et leur effet sur la valeur . . . 191
7.5 La copropriété divise : déclaration, fractions et quotes-parts . . . 198
7.6 Le fonds de prévoyance : du carnet d'entretien à la cotisation . . . 205
7.7 Analyse de sensibilité . . . 210
7.8 La copropriété indivise . . . 210
7.9 La vérification des titres et ses incidences sur la valeur . . . 212
Exercices . . . 215
Pour aller plus loin . . . 217

8 Zonage et urbanisme **219**
8.1 La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme : une hiérarchie d'instruments . . . 220
8.2 Zonage, lotissement et construction . . . 223
8.3 Droits acquis, dérogation mineure, PIIA et PPCMOI . . . 227
8.4 Densification, inclusion et la réforme de 2023 . . . 231
8.5 La zone agricole et la Commission de protection du territoire agricole . . . 232
8.6 Effets sur la valeur : option de redéveloppement et plus haute et meilleure utilisation . . . 233
8.7 Exemple intégral : un rezonage dans la municipalité fictive de Val-Fictif . . . 237
8.8 Sensibilité : ce qui pèse le plus . . . 243
8.9 Lire un règlement de zonage : la grille des usages et des normes . . . 244
Exercices . . . 248
Pour aller plus loin . . . 250

9 Évaluation foncière municipale et contestation **251**
9.1 Le cadre légal : la Loi sur la fiscalité municipale . . . 252
9.2 Proportion médiane, facteur comparatif et uniformité . . . 255
9.3 Le Manuel d'évaluation foncière du Québec . . . 257
9.4 L'évaluation de masse et ses indicateurs de qualité . . . 259
9.5 La taxation : taux variés, taxe scolaire et droits de mutation . . . 261
9.6 Révision administrative et recours au Tribunal . . . 265
9.7 Préparer un dossier de contestation . . . 268
9.8 Exemple intégral : étude de ratios et dossiers de contestation du cas 1 . . . 270
9.9 Valeur au rôle et valeur marchande : les écarts systématiques . . . 273
Exercices . . . 281
Pour aller plus loin . . . 283

10 Normes OEAQ, éthique et rapports **285**
10.1 Le système professionnel québécois . . . 286
10.2 Les Normes de pratique professionnelle . . . 289
10.3 Déontologie : indépendance, compétence, conflits d'intérêts . . . 296
10.4 Cadres canadiens et internationaux : convergences et écarts . . . 299
10.5 Révision et contrôle de la qualité . . . 304
10.6 Rédiger le rapport . . . 308

10.7 Responsabilité civile et assurance . . . 310
Exercices . . . 314
Pour aller plus loin . . . 316

III Inspection et données 317

11 Inspection et pathologies du bâtiment 319
11.1 L'inspection d'évaluation : objet, portée et cadre . . . 320
11.2 Lire le bâtiment : enveloppe, structure et fondations . . . 323
11.3 Les systèmes : électricité, plomberie, chauffage et ventilation . . . 327
11.4 Humidité, air intérieur et contaminants . . . 329
11.5 Du constat au chiffre : classement d'état et âge effectif . . . 332
11.6 Exemple intégral : inspection du sujet du cas 1 . . . 338
11.7 Analyse de sensibilité : le poids de l'observation . . . 340
11.8 Le formulaire d'inspection et le dossier . . . 344
Exercices . . . 348
Pour aller plus loin . . . 350

12 Mesurage, superficies et plans 351
12.1 La superficie : première variable, première source d'erreur . . . 352
12.2 Les conventions de superficie . . . 353
12.3 Les normes de mesurage . . . 356
12.4 Lire les plans et le certificat de localisation . . . 360
12.5 Les erreurs de mesure et leur effet sur la valeur . . . 365
12.6 Photogrammétrie, lidar et données du rôle . . . 371

13 Transactions, inscriptions, loyers et coûts 379
13.1 Panorama des sources de données au Québec . . . 380
13.2 Accès, licences, coûts et confidentialité . . . 389
13.3 Les données de transaction . . . 390
13.4 Les données de loyers . . . 397
13.5 Les données de coûts . . . 401
13.6 Constituer une base d'évaluation . . . 405
13.7 Exemple intégral : lire quatre fichiers réels par script . . . 408
13.8 Analyse de sensibilité : la convention de date et la définition de l'indicateur 410
Exercices . . . 415
Pour aller plus loin . . . 417

14 Nettoyage, géocodage et qualité des données 419
14.1 Pourquoi le nettoyage est une étape d'estimation . . . 420
14.2 Les règles déterministes . . . 423
14.3 Les scores robustes . . . 426
14.4 Les diagnostics de régression . . . 429
14.5 Le géocodage . . . 431
14.6 L'appariement des transactions au rôle . . . 435
14.7 Les données manquantes . . . 436

14.8 Exemple intégral : la chaîne de traitement du cas 1 et son effet sur le modèle 438
14.9 Journalisation et reproductibilité 439
14.10 Sensibilité aux seuils 440
Exercices 444
Pour aller plus loin 446

15 Études de marché et segmentation 447
15.1 Délimiter le marché et ses sous-marchés 448
15.2 L'étude de marché : offre, demande et absorption 451
15.3 La segmentation statistique du marché 457
15.4 Le test de Chow : une équation ou plusieurs ? 462
15.5 Sensibilité : variables de classification et partitions 468
15.6 L'étude de marché locatif : l'immeuble du cas 3 468
Exercices 474
Pour aller plus loin 476

IV La méthode de comparaison 477

16 Substitution et choix des comparables 479
16.1 Le principe de substitution et la logique de la méthode 479
16.2 Les unités de comparaison 483
16.3 Les critères de comparabilité et la vérification des ventes 484
16.4 La procédure de sélection 485
16.5 La grille d'analyse 489
16.6 Exemple intégral : la maison du cas 1 à Gatineau 491
16.7 Sensibilité au choix des comparables 495
Exercices 498
Pour aller plus loin 499

17 Ajustements qualitatifs et quantitatifs 501
17.1 Ordre, base et signe des ajustements 502
17.2 Les méthodes d'extraction des ajustements 506
17.3 L'ajustement de conditions du marché 508
17.4 Les ajustements qualitatifs et l'analyse relative 511
17.5 La cascade et le prix ajusté 511
17.6 Exemple intégral : la grille des cinq comparables du cas 1 513
17.7 Pourquoi la grille et le modèle divergent 516
17.8 Sensibilité et incertitude des ajustements 523
Exercices 527
Pour aller plus loin 529

18 Modèles hédoniques 531
18.1 Fondements : des caractéristiques aux prix implicites 532
18.2 Spécification : formes fonctionnelles et variables 534
18.3 Estimation et inférence 538
18.4 Exemple intégral : les 600 ventes du cas 1 540

18.5 Prédiction, retransformation et intervalle . . . 543
18.6 Évaluation de masse et statistiques de ratio . . . 551
18.7 Analyse de sensibilité . . . 554
Exercices . . . 557
Pour aller plus loin . . . 559

19 Modèles spatiaux et temporels 561
19.1 Dépendance et hétérogénéité spatiales . . . 562
19.2 Les matrices de pondération spatiale . . . 564
19.3 Tester la dépendance spatiale . . . 566
19.4 Les modèles autorégressifs spatiaux : SAR, SEM et SDM . . . 568
19.5 La régression géographiquement pondérée . . . 570
19.6 Les effets fixes de quartier et de temps . . . 572
19.7 Le krigeage des résidus . . . 572
19.8 Exemple intégral : les 600 ventes du cas 1 . . . 574
19.9 Sensibilité au choix de la matrice de pondération . . . 585
Exercices . . . 589
Pour aller plus loin . . . 591

20 Réconciliation et incertitude 593
20.1 De plusieurs indications à une conclusion . . . 594
20.2 Intervalle de valeur et valeur ponctuelle . . . 598
20.3 Les sources d'incertitude d'un dossier de comparaison . . . 599
20.4 Le bootstrap des comparables . . . 600
20.5 L'indication par le coût du cas 1 . . . 603
20.6 Exemple intégral : la réconciliation du cas 1 . . . 604
20.7 Analyse de sensibilité : les poids et la corrélation . . . 612
20.8 Communiquer l'incertitude . . . 613
20.9 Ce que révèle la loi de génération . . . 614
Exercices . . . 618
Pour aller plus loin . . . 620

V La méthode du coût 621

21 Reproduction et remplacement 623
21.1 La logique de la méthode et son champ d'application . . . 624
21.2 Coût de reproduction et coût de remplacement . . . 626
21.3 Les composantes du coût neuf . . . 628
21.4 Les méthodes d'estimation du coût neuf . . . 631
21.5 Les sources de coûts au Québec . . . 634
21.6 Exemple intégral : le coût neuf du sujet du cas 1 . . . 640
21.7 Analyse de sensibilité . . . 642

22 Métrés et quantités **651**
22.1 Le métré : objet, vocabulaire et place dans la méthode du coût 652
22.2 Lecture de plans et dimensions de base 654
22.3 Règles de mesure par corps de métier 657
22.4 Du métré au coût 661
22.5 Exemple intégral : bordereau et métré de contrôle du sujet du cas 1 665
22.6 Analyse de sensibilité 668

23 Coûts directs et indirects **679**
23.1 La structure du coût neuf et la frontière entre direct et indirect 680
23.2 Les coûts directs 682
23.3 Les coûts indirects 685
23.4 L'incitatif de l'entrepreneur 690
23.5 Coûts d'infrastructure et contributions municipales 692
23.6 La conjoncture des coûts de construction, 2020-2026 693
23.7 Exemple intégral : la structure complète du coût neuf du cas 1 698
23.8 Analyse de sensibilité 703

24 Dépréciation et désuétudes **713**
24.1 Les concepts : âges, vies et pertes de valeur 714
24.2 La dépréciation physique 716
24.3 La désuétude fonctionnelle 722
24.4 La désuétude externe 724
24.5 L'extraction de marché 726
24.6 Les courbes de dépréciation empiriques 728
24.7 Ordre des déductions et double comptage 731
24.8 Exemple intégral : la dépréciation du sujet du cas 1 733
24.9 Analyse de sensibilité 735

25 Évaluation du terrain **743**
25.1 Pourquoi évaluer le terrain séparément 744
25.2 Les unités de comparaison 746
25.3 Les six méthodes 748
25.4 Les ajustements propres aux terrains 753
25.5 Terrains intercalaires et densification 755
25.6 Exemple intégral : le terrain du sujet du cas 1 756
25.7 La technique résiduelle sur le cas 3 759
25.8 Le lotissement actualisé : un site de un hectare 767
25.9 Sensibilité : ce qui pèse le plus 770
Exercices 772
Pour aller plus loin 774

VI La méthode du revenu et le multilogement **775**

26 Baux et loyers **777**
26.1 Le bail de logement au Québec 778

26.2 Loyer contractuel, loyer de marché et loyer économique 783
26.3 L'analyse de l'état locatif 785
26.4 Reconduction, avis et fixation : le mécanisme et la trajectoire des loyers . . 788
26.5 Services inclus et normalisation des loyers 795
26.6 Vente de l'immeuble, cession et autres événements du bail 798
26.7 Baux commerciaux au rez-de-chaussée : les bases 799
26.8 Exemple intégral : analyser l'état locatif du cas 3 et du cas 2 801
26.9 Sensibilité : rotation, croissance et taux 804
Exercices 806
Pour aller plus loin 808

27 Revenus potentiels, vacance et pertes **811**
27.1 Le revenu brut potentiel 812
27.2 Inoccupation et mauvaises créances 815
27.3 Les autres revenus 822
27.4 Le revenu brut effectif 822
27.5 La projection des loyers 823
27.6 Exemple intégral : du revenu brut potentiel au revenu brut effectif 827
27.7 Analyse de sensibilité 830

28 Dépenses, réserves, CAPEX et RNE **839**
28.1 Du revenu brut effectif au revenu net d'exploitation 840
28.2 Classement des dépenses : fixes, variables, réserves 841
28.3 Les postes québécois 843
28.4 Normalisation des dépenses historiques 847
28.5 Réserve de remplacement et dépenses en capital 850
28.6 Ratios et indicateurs de référence 853
28.7 Exemple intégral : l'immeuble de douze logements et le triplex 857
28.8 Analyse de sensibilité 861

29 Capitalisation directe **869**
29.1 La logique de la capitalisation directe 870
29.2 Extraction du taux à partir des ventes 871
29.3 Construction du taux 876
29.4 Cohérence entre le revenu et le taux 880
29.5 Multiplicateurs du revenu 883
29.6 Les taux observés par marché 884
29.7 Exemple intégral : l'immeuble de douze logements de Rosemont 886
29.8 Analyse de sensibilité 889

30 Flux actualisés et valeur terminale **897**
30.1 Du taux de capitalisation au taux d'actualisation 898
30.2 Horizon, projections et hypothèses 901
30.3 La valeur terminale 906
30.4 Flux avant et après financement, avant et après impôt 908
30.5 TRI, VAN, TRI modifié et cohérence avec la capitalisation directe 910
30.6 Exemple intégral : le DCF du cas 3 913

30.7 Analyse de sensibilité et scénarios 917

31 Financement, levier, RCD et RPV **927**
31.1 L'hypothèque canadienne 928
31.2 Ratios et contraintes des prêteurs 932
31.3 L'effet de levier 938
31.4 Le prêt maximal 941
31.5 Le renouvellement au terme 945
31.6 Exemple intégral : le financement du cas 3 946
31.7 Analyse de sensibilité 947

32 Duplex à quintuplex **955**
32.1 Un segment à part dans le parc québécois 956
32.2 Les spécificités du petit plex 958
32.3 Les indicateurs du marché des plex et leur lecture 964
32.4 Comparaison et revenu : une pondération raisonnée 970
32.5 Exemple intégral : le triplex de Limoilou (cas 2) 971
32.6 Analyse de sensibilité 977
Exercices 983
Pour aller plus loin 985

33 Immeubles de six logements et plus **987**
33.1 Un segment à part : seuils et conséquences 988
33.2 Le marché : acteurs privés et institutionnels 990
33.3 Typologie des immeubles 995
33.4 Les unités d'analyse : logement, mètre carré, chambre 999
33.5 La diligence raisonnable 1001
33.6 Intégrer les trois méthodes 1005
33.7 Exemple intégral : le cas 3 dans la fourchette du cas 4, et un trente-six logements à Gatineau 1008
Exercices 1017
Pour aller plus loin 1018

34 TAL, encadrement locatif et scénarios **1021**
34.1 L'encadrement des loyers comme variable d'évaluation 1022
34.2 La méthode de fixation du loyer 1023
34.3 Exemple intégral : la fixation 2026 d'un logement du cas 3 1029
34.4 Reprise, éviction et autres leviers : la capacité à ramener les loyers au marché 1032
34.5 Modéliser l'écart contractuel-marché et sa résorption 1035
34.6 Scénarios de loyers et valeur 1039
34.7 L'encadrement des loyers dans la littérature économique 1044
Exercices 1047
Pour aller plus loin 1048

VII Économétrie et méthodes avancées 1051

35 Indices immobiliers et ventes répétées 1053
35.1 Pourquoi un indice ? . . . 1054
35.2 Médiane, moyenne et biais de composition . . . 1055
35.3 Les indices hédoniques . . . 1057
35.4 Les indices de ventes répétées . . . 1060
35.5 Les indices au Canada et au Québec . . . 1063
35.6 Exemple intégral : cinq indices sur le marché du cas 1 . . . 1067
35.7 Sensibilité : révision, filtres, taille et fenêtre . . . 1070
Exercices . . . 1080
Pour aller plus loin . . . 1082

36 Données de panel et identification causale 1083
36.1 Pourquoi la causalité importe à l'évaluateur . . . 1084
36.2 Le modèle de panel à effets fixes . . . 1086
36.3 Doubles différences . . . 1089
36.4 Adoption échelonnée : le problème des effets fixes bidirectionnels . . . 1091
36.5 Discontinuité spatiale et contrôle synthétique . . . 1093
36.6 Exemple intégral : un choc simulé sur le portefeuille du cas 4 . . . 1095
36.7 Analyse de sensibilité . . . 1106
36.8 Applications : infrastructure, inondation, rezonage, réglementation . . . 1108
Exercices . . . 1111
Pour aller plus loin . . . 1113

37 Apprentissage automatique et explicabilité 1115
37.1 Prédire n'est pas estimer . . . 1116
37.2 Arbres, forêts aléatoires et boosting . . . 1117
37.3 Validation, fuites de données et surapprentissage . . . 1120
37.4 Explicabilité : valeurs de Shapley, dépendance partielle, permutation . . . 1124
37.5 Exemple intégral : hédonique, forêt et boosting sur le cas 1 . . . 1126
37.6 Quand l'apprentissage gagne : une non-linéarité déclarée . . . 1136
37.7 Les modèles d'évaluation automatisés et les normes . . . 1137
37.8 Analyse de sensibilité : les hyperparamètres . . . 1139
37.9 Limites : support, dérive, équité, opacité . . . 1139
Exercices . . . 1143
Pour aller plus loin . . . 1145

38 SIG et risques géospatiaux 1147
38.1 Les données géospatiales et leurs systèmes de référence . . . 1148
38.2 Les opérations élémentaires . . . 1151
38.3 Accessibilité et aménités . . . 1156
38.4 Les risques géospatiaux . . . 1158
38.5 La cartographie thématique . . . 1160
38.6 Exemple intégral : polygones fictifs sur le cas 1 et faux positifs spatiaux . . . 1161
38.7 Le portefeuille du cas 4 : cartes et exposition . . . 1169
38.8 Analyse de sensibilité . . . 1171

Exercices . . . 1175
Pour aller plus loin . . . 1177

39 Modèles bayésiens et intervalles 1179
39.1 Pourquoi le bayésien en évaluation . . . 1180
39.2 La régression linéaire bayésienne conjuguée . . . 1183
39.3 Le modèle hiérarchique des effets de secteur . . . 1186
39.4 Le calcul : l'échantillonneur de Gibbs . . . 1188
39.5 Exemple intégral : la maison du cas 1 et les secteurs de Gatineau . . . 1191
39.6 Analyse de sensibilité : l'a priori sur la variance des secteurs . . . 1202
39.7 Extensions et prolongements . . . 1202
Exercices . . . 1206
Pour aller plus loin . . . 1208

40 Monte-Carlo et stress tests 1209
40.1 De la sensibilité locale à la simulation . . . 1210
40.2 L'incertitude des intrants . . . 1212
40.3 Simuler un DCF : algorithme et erreur d'échantillonnage . . . 1216
40.4 Réduire la variance : l'échantillonnage par hypercube latin . . . 1222
40.5 Stress tests, mesures de risque et covenants . . . 1223
40.6 Sensibilité globale : indices de Sobol, corrélations de rang et tornade . . . 1229
40.7 Exemple intégral : la simulation du cas 3 de bout en bout . . . 1233
40.8 Agréger l'incertitude : un portefeuille de 48 immeubles . . . 1234
Exercices . . . 1240
Pour aller plus loin . . . 1242

VIII Évaluations particulières 1243

41 Plus haute et meilleure utilisation, terrains et développement 1245
41.1 La plus haute et meilleure utilisation : définition et quatre tests . . . 1246
41.2 Terrain réputé vacant et bien amélioré . . . 1250
41.3 Analyse de faisabilité et méthode résiduelle de développement . . . 1252
41.4 L'option réelle de redéveloppement . . . 1254
41.5 Exemple intégral : le terrain du sujet du cas 1 sous quatre usages . . . 1259
41.6 Sensibilité : ce qui pèse le plus . . . 1266
Exercices . . . 1272
Pour aller plus loin . . . 1274

42 Copropriétés et conversions 1275
42.1 L'objet évalué et son marché . . . 1276
42.2 Évaluer une fraction par comparaison . . . 1280
42.3 Exemple intégral : la fraction F4 de l'immeuble fictif . . . 1286
42.4 Analyse de sensibilité : capitalisation des charges et du passif . . . 1289
42.5 La copropriété indivise et le financement de l'acheteur . . . 1291
42.6 La copropriété locative : valeur marchande et valeur d'investissement . . . 1293
42.7 La conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise . . . 1295

Exercices . . . 1305
Pour aller plus loin . . . 1307

43 Risques environnementaux et sinistres 1309
43.1 Risque, stigmate et valeur : le cadre d'analyse . . . 1310
43.2 Inondations : le cadre de 2026 et ses conséquences . . . 1312
43.3 Sols contaminés . . . 1317
43.4 Pathologies du bâtiment : désuétude ou coût de correction . . . 1321
43.5 Sinistres et valeur après sinistre . . . 1322
43.6 Mesurer l'effet d'un risque . . . 1325
43.7 Exemple intégral : Rivière-Fictive et le portefeuille du cas 4 . . . 1327
43.8 Analyse de sensibilité . . . 1332
Exercices . . . 1335
Pour aller plus loin . . . 1337

44 Rénovation et efficacité énergétique 1339
44.1 Rénover : coût, contribution et valeur . . . 1340
44.2 La prime verte : ce que la littérature mesure . . . 1344
44.3 Les programmes québécois et fédéraux au 31 octobre 2026 . . . 1349
44.4 L'analyse coût-bénéfice d'une rénovation énergétique . . . 1351
44.5 Exemple intégral : thermopompe et isolation sur le cottage de Hull . . . 1354
Exercices . . . 1365
Pour aller plus loin . . . 1366

IX Cas québécois complets 1369

45 Cas 1 : maison unifamiliale à Gatineau 1371
45.1 Mandat et étendue de la mission . . . 1372
45.2 Identification et description de la propriété . . . 1374
45.3 Le marché à la date d'évaluation . . . 1379
45.4 Usage le meilleur et le plus profitable . . . 1381
45.5 Méthode de comparaison . . . 1382
45.6 Méthode du coût . . . 1386
45.7 Indication hédonique . . . 1388
45.8 Réconciliation et conclusion de valeur . . . 1391
45.9 Financement de l'acheteur . . . 1395
45.10 Le rapport : extrait structuré . . . 1400

46 Cas 2 : triplex à Québec 1407
46.1 Mandat et étendue de la mission . . . 1408
46.2 Description du bien et de son contexte . . . 1410
46.3 Droits évalués et analyse des baux . . . 1412
46.4 Le marché à la date d'évaluation . . . 1417
46.5 Revenus, dépenses et revenu net d'exploitation . . . 1418
46.6 Méthode de comparaison . . . 1422
46.7 Méthode du revenu . . . 1426

46.8 Méthode du coût : un contrôle, non une indication . . . 1429
46.9 Financement de l'acheteur-occupant . . . 1430
46.10 Réconciliation et valeur finale . . . 1434
46.11 Le rapport : extrait structuré de la conclusion . . . 1439
Exercices . . . 1443
Pour aller plus loin . . . 1445

47 Cas 3 : immeuble de 12 logements à Montréal 1447
47.1 Mandat et étendue de la mission . . . 1448
47.2 Description du bien et de son contexte . . . 1450
47.3 Le marché à la date d'évaluation . . . 1452
47.4 Analyse de l'état locatif . . . 1455
47.5 Revenus . . . 1458
47.6 Dépenses d'exploitation . . . 1459
47.7 Revenu net d'exploitation normalisé . . . 1462
47.8 Méthode du revenu : capitalisation directe . . . 1462
47.9 Méthode du revenu : flux actualisés sur dix ans . . . 1465
47.10 Méthode de comparaison par unité . . . 1468
47.11 Financement . . . 1470
47.12 Test de résistance : simulation de Monte-Carlo . . . 1475
47.13 Réconciliation et valeur finale . . . 1480
47.14 Le rapport : extrait structuré de la conclusion . . . 1481

48 Cas 4 : portefeuille multirésidentiel interrégional 1489
48.1 Mandat et étendue de la mission . . . 1491
48.2 Le portefeuille . . . 1492
48.3 Les marchés régionaux à la date d'évaluation . . . 1498
48.4 Modèle d'évaluation de masse . . . 1499
48.5 Dynamique des revenus nets, 2016-2026 . . . 1505
48.6 Risques : inondation, sols, concentration et dette . . . 1508
48.7 Incertitude agrégée : simulation avec corrélation régionale . . . 1513
48.8 Allocation et arbitrage . . . 1518
48.9 Réconciliation et conclusion . . . 1522
48.10 Le rapport : extrait structuré . . . 1523

X Annexes 1531

A Glossaire français–anglais 1533

B Formulaires d'inspection 1567
B.1 Objet et limites de l'inspection d'évaluation . . . 1567
B.2 Mode d'emploi . . . 1568
B.3 Échelle d'état et âge effectif . . . 1570
B.4 Formulaire 1 : maison unifamiliale . . . 1571
B.5 Formulaire 2 : duplex à quintuplex . . . 1576
B.6 Formulaire 3 : immeubles de six logements et plus . . . 1578

B.7 Pathologies québécoises à rechercher . . . 1580
B.8 Exemple rempli : le sujet du cas 1 . . . 1585

C Modèles de rapport d'évaluation 1591
C.1 Le rapport écrit : formes, contenu minimal, responsabilité . . . 1591
C.2 Modèle 1 : plan commenté du rapport narratif complet . . . 1592
C.3 Modèle 2 : rapport d'un immeuble multilogement . . . 1596
C.4 Modèle 3 : rapport abrégé ou formulaire court . . . 1599
C.5 Textes-types . . . 1600
C.6 Liste de contrôle de révision . . . 1605

D Conventions de calcul 1611
D.1 Monnaie, unités et arrondis . . . 1611
D.2 Temps et périodes . . . 1611
D.3 Taux d'intérêt . . . 1611
D.4 Revenus et dépenses . . . 1612
D.5 Méthode de comparaison . . . 1612
D.6 Méthode du coût . . . 1612
D.7 Statistique . . . 1612
D.8 Données synthétiques . . . 1612

E Scripts, données et classeurs 1615
E.1 Organisation du dépôt . . . 1615
E.2 Reproduire l'ouvrage . . . 1615
E.3 Classeurs Excel . . . 1616
E.4 Inventaire . . . 1616

F Solutions des exercices 1631
Chapitre 1 . . . 1631
Chapitre 2 . . . 1634
Chapitre 3 . . . 1639
Chapitre 4 . . . 1642
Chapitre 5 . . . 1646
Chapitre 6 . . . 1649
Chapitre 7 . . . 1654
Chapitre 8 . . . 1658
Chapitre 9 . . . 1661
Chapitre 10 . . . 1665
Chapitre 11 . . . 1669
Chapitre 12 . . . 1674
Chapitre 13 . . . 1677
Chapitre 14 . . . 1680
Chapitre 15 . . . 1683
Chapitre 16 . . . 1687
Chapitre 17 . . . 1689
Chapitre 18 . . . 1692
Chapitre 19 . . . 1696

Chapitre 20 1700
Chapitre 21 1704
Chapitre 22 1707
Chapitre 23 1710
Chapitre 24 1714
Chapitre 25 1717
Chapitre 26 1720
Chapitre 27 1724
Chapitre 28 1727
Chapitre 29 1731
Chapitre 30 1734
Chapitre 31 1737
Chapitre 32 1740
Chapitre 33 1744
Chapitre 34 1747
Chapitre 35 1750
Chapitre 36 1754
Chapitre 37 1758
Chapitre 38 1763
Chapitre 39 1766
Chapitre 40 1770
Chapitre 41 1773
Chapitre 42 1778
Chapitre 43 1782
Chapitre 44 1785
Chapitre 45 1788
Chapitre 46 1791
Chapitre 47 1795
Chapitre 48 1798

Bibliographie **1803**

Index **1845**

Liste des figures

1.1 Les trois notions et ce qui les relie. Le prix est une réalisation particulière autour de la valeur ; le coût n'est relié à la valeur que par l'intermédiaire des dépréciations, qui mesurent l'écart entre ce que le bien a coûté et ce que le marché en veut. 5

1.2 L'équilibre hédonique de Rosen (1974) : la fonction de prix $p(z)$ est l'enveloppe des fonctions d'enchère des acheteurs (concaves) et des fonctions d'offre des vendeurs (convexes). En chaque appariement, la pente commune est le prix implicite de l'attribut ; elle varie le long de la courbe. 13

1.3 Prix observé et valeur estimée par le modèle hédonique de référence pour les 600 ventes du cas 1. Les points se dispersent autour de la diagonale « prix = valeur » ; les lignes pointillées marquent des écarts de ±10 %. Les cinq comparables du chapitre 16 sont encerclés et la ligne verticale indique la valeur estimée du sujet. 16

1.4 Distribution des écarts entre le prix observé et la valeur estimée, $P/\hat{V} - 1$, pour les 600 ventes du cas 1, et densité log-normale d'écart-type $\hat{\sigma} = 0{,}083$. Les trois quarts des ventes se situent à moins de dix pour cent de leur valeur estimée. 17

1.5 Simulation étiquetée du modèle de recherche (20 000 vendeurs de biens identiques ; offres log-normales d'écart-type 6 % autour du centre m, probabilité d'offre mensuelle 0,6, coût de détention 0,4 % par mois, taux annuel 5 %). À gauche, la distribution de toutes les offres reçues et celle des prix acceptés, tronquée au prix de réserve ; à droite, la distribution du délai de vente. . . . 19

1.6 Sensibilité à la dispersion σ : à gauche, les bornes de l'intervalle de prédiction à 95 % en pourcentage de la valeur ; à droite, la probabilité qu'un prix observé s'écarte de la valeur de plus de 5, 10 ou 20 %. La ligne verticale marque le σ du cas 1. 24

2.1 Le faisceau de droits en droit civil québécois : la pleine propriété de l'article 947 C.c.Q. peut être partagée entre plusieurs titulaires (modalités), amputée d'un droit réel au profit d'un tiers (démembrements), limitée par des droits personnels et des sûretés, et encadrée par des restrictions de droit public. Chaque branche modifie ce qui est transmis par une vente et, par conséquent, la valeur recherchée. 34

2.2 Cas 3 : (a) ratio du loyer contractuel au loyer de marché des douze logements selon l'ancienneté du locataire ; la ligne pointillée est la loi de génération du jeu synthétique. (b) Valeur du bail pour le locataire, par l'équation (2.5), selon la durée de maintien dans les lieux, au taux de 7,25 % : l'avantage du locataire le plus ancien dépasse 26 000 $ s'il reste dix ans. 50

2.3 Cas 3 : (a) revenu net d'exploitation projeté sous les baux en place et libre de baux ; la surface entre les deux courbes est le revenu cédé aux locataires, qui s'éteint en six ans au rythme de deux relocations par an. (b) Valeur agrégée des baux pour les locataires, $V_{\text{pleine}} - V_{\text{locateur}}$, selon le nombre de logements reloués au marché chaque année et le taux d'actualisation, en échelle logarithmique : la rotation, non le taux, gouverne la décote. 51

2.4 Chronologie des dates du cas 3 : la date de référence au marché du rôle 2026-2028 de Montréal précède de vingt-six mois la date d'évaluation ; les ventes comparables sont datées de leur promesse d'achat ; les baux échoient le 30 juin 2027 mais sont reconduits de plein droit ; l'horizon des flux actualisés court jusqu'en 2036. Échelle compressée après 2027. 55

3.1 Le modèle des quatre quadrants pour le marché type du chapitre : le rectangle plein relie l'équilibre stationnaire de référence (loyer 14 400 $ par an, prix 288 000 $, construction 1 000 logements par an, stock 100 000 logements) ; le rectangle en tirets est le nouvel équilibre après une baisse du taux de capitalisation de 5 à 4 %, et le pointillé montre la réaction de court terme, lorsque le stock n'a pas encore bougé : le prix bondit à 360 000 $ et la construction à 2 500 logements par an. À long terme, le stock s'accroît, le loyer baisse et le prix revient près de son niveau initial. 66

3.2 Simulation d'un cycle stock-flux dans le marché type après une hausse permanente de 6 % de la demande étalée sur trois ans (zone grisée) : A, le stock rattrape puis dépasse la demande occupée ; B, l'inoccupation tombe sous son taux naturel de 3 %, puis le dépasse ; C, le loyer culmine à 15 % au-dessus de son nouveau niveau stationnaire avant de passer 7 % en deçà ; D, les mises en chantier bondissent puis s'arrêtent complètement pendant plusieurs années. 74

3.3 Trajectoire du loyer après le choc de demande selon le délai de livraison (A) et la réactivité de l'offre (B). Les délais longs creusent le cycle et l'allongent ; une offre peu réactive ($\kappa = 0{,}12$) s'ajuste lentement mais sans jamais passer sous l'équilibre. 75

3.4 A : logements mis en chantier au Québec, toutes régions, 1990-2026 (totaux annuels et somme mobile sur quatre trimestres ; 2026 compte trois trimestres), avec la période de resserrement monétaire de mars 2022 à juillet 2023 en grisé. B : composition par type d'unité ; la part des maisons individuelles passe de 47 % en 2005 à 14 % en 2025. 76

3.5 Coût d'usage du logement au Québec, janvier 2001 à septembre 2026. A : taux hypothécaire affiché 5 ans, rendement de l'obligation du Canada 5 ans, taux directeur et inflation de l'IPC du Québec sur douze mois. B : taux de coût d'usage $u = i + \tau + \delta - g$ sous deux hypothèses d'anticipation, g égal à l'inflation courante ou à la croissance de l'IPLN sur cinq ans. C : ratio prix/loyer implicite $1/u$ (la courbe IPLN est tronquée à 40 en 2021-2022, lorsque u approche de zéro). La zone grisée marque le resserrement monétaire de 2022-2023. 80

4.1 Structure du parc en 2021. À gauche, part des ménages privés par type de construction au Québec et au Canada : la maison individuelle domine partout, mais le Québec se distingue par le poids des appartements dans de petits immeubles et des duplex, et par la faiblesse des tours et des maisons en rangée. À droite, partage propriétaires-locataires de chaque type au Québec : les duplex et les petits immeubles sont majoritairement locatifs. 92

4.2 Les six régions métropolitaines de recensement retenues dans l'ouvrage, situées par les coordonnées de leur ville centre ; la surface de chaque cercle est proportionnelle à la population au 1er juillet 2025. Montréal pèse cinq fois Québec et douze fois Gatineau ; les trois RMR de l'axe du Saint-Laurent regroupent l'essentiel de la population urbaine. Schéma sans fond de carte. 94

4.3 Indice des prix des logements neufs, total maison et terrain (déc. 2016 = 100), janvier 2010 à septembre 2026. Les cinq RMR québécoises couvertes par l'indice évoluent de concert jusqu'en 2016, puis divergent fortement : Montréal et Québec poursuivent leur hausse jusqu'en 2026, Gatineau, Sherbrooke et Trois-Rivières plafonnent, et l'indice canadien recule depuis son sommet d'août 2022. La bande grisée marque l'épisode pandémique. 99

4.4 Marché locatif des six RMR, appartements d'initiative privée de trois logements et plus. À gauche, taux d'inoccupation de l'ensemble des logements en octobre 2024 et en octobre 2025 : la détente est générale sauf à Saguenay, et Gatineau franchit le seuil de 3 %. À droite, loyer moyen des logements de deux chambres en octobre 2025 : Gatineau est la RMR la plus chère, devant Montréal et Québec ; les trois villes moyennes se situent autour de 1 000 $. 102

4.5 Taux effectif des droits sur les mutations immobilières selon la base d'imposition, barèmes 2026. Les quatre barèmes coïncident jusqu'à 500 000 $; au-delà, Gatineau et Québec appliquent le plafond municipal de 3 % dès 500 000 $ ou 750 000 $, tandis que Montréal, seule autorisée à dépasser ce plafond, étale sa progressivité jusqu'à 4 % au-delà de 3 113 000 $. 108

4.6 Taux d'intérêt canadiens, janvier 2000 à octobre 2026 : taux hypothécaire conventionnel de cinq ans affiché par les banques à charte, rendement de l'obligation du gouvernement du Canada de cinq ans (moyenne hebdomadaire) et cible du taux du financement à un jour (disponible à partir d'avril 2009 dans l'extraction). Les quatre phases du cycle, baisse graduelle, taux bas, pandémie et resserrement puis assouplissement, se lisent directement ; la hausse du 28 octobre 2026 est la première depuis juillet 2023. 113

5.1 Le modèle monocentrique simulé. Panneau A : courbes d'enchère linéaires de trois usages et leur enveloppe, qui est la rente de marché ; les usages à forte pente occupent le centre et les frontières entre anneaux (9,5 ; 14,3 ; 32,2 km) sont les intersections. Panneau B : gradients du modèle de Muth–Mills avec les paramètres du tableau 5.2 ; la rente du sol (élasticité $1/\alpha = 3{,}33$) et la densité chutent beaucoup plus vite que le prix du logement, et l'approximation exponentielle surestime le prix aux grandes distances. . . 128

5.2 Surface de rente foncière d'une agglomération bicentrique simulée : enveloppe de deux surfaces d'enchère exponentielles, l'une autour du centre principal ($r_0 = 80\,\$/\mathrm{m}^2$ par an, $\gamma = 0{,}085$ par km) et l'autre autour d'un sous-centre ($r_0 = 36\,\$/\mathrm{m}^2$ par an, $\gamma = 0{,}13$ par km), au-dessus d'une rente agricole de 2 $/m² par an. Les courbes de niveau sont les isorentes ; le sous-centre déforme les anneaux et crée un second sommet local, de sorte que la distance au centre principal n'est plus un indicateur suffisant de la rente. 134

5.3 Prix par mètre carré habitable et distance au centre de référence pour les 600 ventes du cas 1, médianes par tranche de distance et gradient exponentiel ajusté sur l'ensemble (−1,02 % par km). Le profil n'est pas monotone : plateau sur l'aire urbaine contiguë, sommet local dans le secteur d'Aylmer vers 11 km, puis chute pour les secteurs de Buckingham et de Masson-Angers au-delà de 20 km. Le gradient n'est identifié que par la variation entre secteurs. . . 138

5.4 Cas 4 : valeur par logement et taux global pondéré par RMR (panneau A) et décomposition de l'écart logarithmique avec Montréal entre l'effet du revenu net par logement et l'effet du taux de capitalisation (panneau B). Le taux explique au moins la moitié de l'écart dans toutes les régions ; Gatineau a un revenu net par logement supérieur à celui de Montréal mais un taux plus élevé. 139

5.5 Variation de la valeur, en pourcentage, selon l'écart de taux de taxe foncière (points de base de la valeur marchande), pour quatre taux de capitalisation nets i avec la formule exacte (5.18), et, pour $i = 5$ %, avec une capitalisation à 60 % et avec l'approximation $-\Delta T/i$. Les lignes verticales repèrent un écart de 10 pb, l'écart nominal entre Québec (1 à 5 logements) et Gatineau (taux de base) en 2026 et un écart de 50 pb. 144

6.1 Quel droit évalue-t-on ? Trois questions successives conduisent de l'immeuble physique au droit réel évalué : un démembrement, une modalité de la propriété, ou la pleine propriété libre ou grevée de charges. Chaque branche renvoie à la section qui en traite. 155

6.2 Lecture d'une fiche immobilière de l'index des immeubles (exemple fictif) : la fiche énumère, par ordre de présentation, les inscriptions et renvoie aux actes ; la chaîne des titres se reconstitue à partir des actes translatifs, les charges réelles à partir des actes constitutifs et de leurs radiations. La présomption de connaissance de l'article 2943 oblige à consulter les actes, non la seule fiche. 171

6.3 Usufruit viager sur la maison du cas 1. (a) Courbes de survie de la table de mortalité synthétique pour des usufruitiers de 55, 65 et 75 ans. (b) Part de la nue-propriété dans la pleine propriété selon l'âge de l'usufruitier, pour des taux d'actualisation de 4, 5 et 6 % et une croissance des fruits de 1,5 % ; la courbe pointillée remplace la durée aléatoire par un terme fixe égal à la durée espérée du droit et se situe sous la courbe viagère à 5 %, conformément à l'inégalité de Jensen. 175

6.4 Décomposition de la valeur de la pleine propriété d'un immeuble locatif (revenu net du cas 3) entre le droit de l'emphytéote et le droit du propriétaire (rentes actualisées et reprise de l'immeuble au terme), selon la durée restante de l'emphytéose. Les seuils de 40 ans (bail assimilé à un transfert aux fins des droits de mutation) et de 50 ans (copropriété divise possible) sont indiqués. 175

7.1 Schéma d'un îlot de trois lots cadastraux. Le lot B, enclavé, bénéficie d'une servitude de passage sur une bande de 3 m de largeur du lot A, qui en est le fonds servant ; la servitude est constituée par acte publié au registre foncier et illustrée au certificat de localisation, non au plan cadastral. Les numéros de lot sont fictifs. 185

7.2 Les douze paires de ventes synthétiques, classées par prix de l'immeuble libre : chaque segment relie le prix de l'immeuble grevé (losange) à celui de l'immeuble libre (cercle). La longueur des segments varie, mais leur sens est constant ; la moyenne des différences et son intervalle de confiance à 95 % figurent en titre. 197

7.3 Charges annuelles des huit fractions de l'immeuble fictif, décomposées en charges courantes, cotisation au fonds de prévoyance et contribution au fonds d'auto assurance, toutes réparties selon la quote-part, et entretien du stationnement à usage restreint, supporté à parts égales par les quatre fractions qui en ont l'usage. 203

7.4 Trajectoire du fonds de prévoyance de l'immeuble fictif sur vingt-cinq ans sous trois cotisations : la cotisation actuelle de 12 000 $ conduit à un solde négatif dès l'an 13 ; la règle du 0,5 % de la valeur de reconstruction (21 000 $) laisse un découvert à l'an 14 ; la cotisation de seuil A^* de 21 891 $, indexée, maintient le solde au-dessus de zéro avec un minimum exactement nul à l'an 14. Les barres grises indiquent les dépenses prévues. 209

7.5 Cotisation de seuil de l'an 1 selon le taux de hausse des coûts de construction, pour trois rendements du fonds. La règle du 0,5 % de la valeur de reconstruction se situe dans la fourchette des résultats pour l'immeuble fictif ; la cotisation actuelle en est très éloignée quelles que soient les hypothèses. . 211

8.1 La hiérarchie des instruments de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme. Chaque niveau doit être conforme au précédent ; l'évaluateur travaille au bas de la pyramide, mais un changement d'usage probable se lit souvent dans les niveaux supérieurs (affectations du schéma, orientations du plan d'urbanisme). 221

8.2 Le choix de la voie lorsqu'un immeuble ou un projet s'écarte de la grille des usages et des normes. Les renvois sont aux articles de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme ; les formules de valeur résument la section 8.6. 231

8.3 La municipalité fictive de Val-Fictif : 400 lots répartis en cinq zones, îlot de 36 lots rezoné de H1 à H2 le 1er janvier 2025 (hachures) et emplacement des 29 ventes de l'îlot conclues après le rezonage (points). La géométrie est une grille abstraite, sans correspondance avec un territoire réel. 239

8.4 Effet du rezonage dans les ventes synthétiques. (a) Différence entre le prix de chaque vente traitée et le prix ajusté de son témoin, en pourcentage, selon l'âge de la maison : la prime croît avec l'âge, comme l'option de redéveloppement le prédit, et la dispersion des paires individuelles est grande. (b) Doubles différences 2 × 2 sur le logarithme des prix des ventes H1 : l'écart entre le point observé et le contrefactuel parallèle est l'estimateur de l'équation (8.11). 240

8.5 Sensibilité des effets de valeur du zonage. (a) Prime espérée d'un rezonage (en milliers de dollars) pour la maison de l'exemple selon la probabilité p et le délai T : la probabilité domine, le délai érode. (b) Valeur du surplus de revenu d'un duplex dérogatoire selon le taux de risque d'extinction λ, pour trois taux de capitalisation et, en tireté, sur un horizon de 25 ans : les premiers points de risque sont les plus coûteux. 244

8.6 Schéma d'une grille des usages et des normes. Les colonnes sont les zones, les lignes les usages autorisés puis les normes de densité, d'implantation et de lotissement ; les notes renvoient au texte du règlement. L'évaluateur lit la colonne de la zone du sujet du haut en bas, puis vérifie les notes. 245

9.1 Chronologie d'un rôle triennal dont la date de référence au marché est le 1er juillet 2024 : dix-huit mois séparent cette date de l'entrée en vigueur, et quatre ans et demi la séparent du dernier jour du cycle. Les jalons de la révision sont ceux du régime général (art. 130, 138.3 à 138.5) ; les reports possibles sont indiqués au tableau 9.6. 254

9.2 Distribution des 600 ratios valeur au rôle sur prix, bruts (à gauche) et rajustés aux conditions du marché du 1er juillet 2024 (à droite). Le rajustement resserre la distribution et fait reculer le COD de 6,90 à 6,12 ; les lignes tiretées marquent l'intervalle d'épuration du r. 10 (médiane ± 2 écarts-types), hors duquel 29 ventes sont retirées. La zone grise est le niveau de 0,90 à 1,10 admis par l'IAAO ; le niveau du rôle fictif, 0,924, est en deçà du plancher de 95 % du r. 13. 274

9.3 Ratio médian par trimestre de vente. Les ratios bruts dérivent de 0,97 à 0,85 au fil des quinze trimestres parce que la valeur au rôle est figée au 1er juillet 2024 alors que les prix progressent ; après rajustement, les médianes trimestrielles oscillent autour de la proportion médiane sans tendance. Comparer des prix récents à une valeur au rôle sans ce rajustement est l'erreur la plus courante des contestations. 276

9.4 Le PRB des ratios rajustés : écart relatif de chaque ratio à la médiane en fonction du logarithme en base 2 de la valeur proxy de l'IAAO. La pente de 0,064 dépasse la borne de 0,05, alors que les médianes par tranche de prix sont stables ; dans ce jeu synthétique, l'erreur du rôle entre à la fois dans le ratio et dans la valeur proxy et crée une corrélation mécanique. Le PRB doit être lu avec une analyse par strates. 277

9.5 Gain net de la contestation de l'acheteur de G0258 sur les trois exercices du cycle, selon la valeur réelle que retiendrait le Tribunal et le taux de l'unité de voisinage. La ligne tiretée marque le prix rajusté de la vente ; la ligne pointillée, le seuil de rentabilité au-delà duquel la réduction ne couvre plus les frais de révision. 279

10.1 Le processus d'évaluation en sept étapes, mis en correspondance avec les douze éléments de substance de la règle 1.2 (à gauche) et les douze éléments du rapport écrit de la règle 2.3 (à droite). Chaque étape alimente une ou plusieurs rubriques du rapport ; aucune rubrique ne peut être rédigée sans l'étape qui la fonde. 292

10.2 Chronologie documentaire des cadres normatifs : date d'entrée en vigueur (point plein), date de publication lorsqu'elle est documentée (point creux), fin de validité (barre) et projet (pointillé). Au 31 octobre 2026, huit des dix documents sont en vigueur ou servent de référence ; le CUSPAP 2024 est remplacé et les IVS 2028 ne sont qu'un projet. L'astérisque signale la vérification partielle de l'USPAP. 303

10.3 La matrice des dispositions du domaine C : à gauche, répartition des 100 dispositions par famille de sources (les familles OEAQ en couleur) ; à droite, les dix chapitres les plus visés, une disposition pouvant viser plusieurs chapitres. Le chapitre 10 concentre les règles professionnelles ; les règles financières et de données se dispersent dans les chapitres techniques. . . . 305

10.4 Grille de détection des douze éléments de la règle 2.3 dans quatre extraits de rapports fictifs. Les carrés pleins sont détectés par le lexique strict, les carrés creux seulement par le lexique souple, les croix ne sont pas détectées. Le lexique souple n'ajoute des détections que pour l'extrait A, et chacune de ces détections est discutable. 307

11.1 Coupe schématique de l'enveloppe d'un cottage et points d'attention de l'inspection : toiture et comble, murs et fenestration, fondations, dalle et drain, sol. Chaque élément contrôle un flux (eau, air, vapeur, chaleur) et chaque pathologie de la section 11.4 correspond à la défaillance d'un de ces contrôles. 324

11.2 Frise indicative des matériaux et pratiques à risque selon la période de mise en place dans le parc résidentiel québécois. Les bornes sont des repères de connaissances générales du métier, arrondis à la décennie ; seules les dates marquées (v) ont été vérifiées sur une source publique. La frise sert de liste de vérification indexée sur l'âge, non de mesure de prévalence. 328

11.3 La convention d'âge effectif de l'ouvrage pour une vie de 60 ans et $\lambda = 0{,}5$. À gauche, la matrice note d'état × âge chronologique ⟶ âge effectif ; à droite, les profils par note et la diagonale $a_{\text{eff}} = a$, que chaque profil croise à l'âge où la note correspond à l'état attendu. Le sujet du cas 1 (28 ans, note 3) se situe presque sur la diagonale. 337

11.4 Fiche d'état du sujet du cas 1 : fraction de la vie utile consommée par composante selon l'âge chronologique (trait) et selon l'âge effectif de l'équation (11.3) (disque, coloré par la note d'état et dimensionné selon le coût neuf). Les composantes d'origine en bon état voient leur âge effectif ramené sous l'âge chronologique ; le VRC et l'entrée asphaltée atteignent la borne de leur vie utile. 342

11.5 Dépréciation physique totale du sujet du cas 1 selon le poids λ de la note d'état dans l'âge effectif, pour cinq notes de la structure. À $\lambda = 0$, l'inspection ne compte pas et toutes les courbes se rejoignent ; plus λ augmente, plus la note de la structure devient déterminante. L'étoile marque la convention retenue. 344

12.1 Plan coté reconstitué du sujet du cas 1 : rez-de-chaussée et étage d'un cottage de 7,92 sur 12,00 mètres hors tout. Les cotes extérieures donnent l'aire brute de chaque niveau (95,04 m²), les cotes intérieures et la trémie donnent la superficie habitable (165,0 m² pour les deux niveaux). Les dimensions sont des hypothèses pédagogiques. 363

12.2 Plan d'implantation du sujet du cas 1 sur son lot de 15,24 sur 40,68 mètres (contenance 620 m²), à la manière du plan d'un certificat de localisation : résidence, garage attaché, marges et servitude. L'aire au sol est celle de la résidence (95,04 m²) ; le garage attaché (22,3 m²) est mesuré à part. Toutes les données sont fictives. 364

12.3 Le sujet du cas 1 mesuré selon cinq conventions : (a) la superficie va de 95 m² (aire au sol) à 235 m² (habitable avec sous-sol fini) ; (b) pour une même valeur de 637 953 $, le prix unitaire implicite varie du simple au double et demi. Un prix unitaire n'a de sens qu'accompagné de sa convention. 366

12.4 Propagation d'une erreur de superficie sur la valeur du sujet du cas 1 : (a) la courbe $V(S) = V_0(S/S_0)^{\beta}$ et sa tangente en 165 m², avec l'effet d'une erreur de ±5 % (bande) ; (b) erreur relative sur la valeur en fonction de l'erreur relative sur la superficie, selon l'effet exact, l'approximation linéaire βe et le calcul proportionnel au prix moyen. Le point isolé est le biais d'un sujet mesuré en aire brute (190 m²) comparé à des ventes mesurées en superficie habitable. 369

12.5 Erreur de mesure et modèle hédonique du cas 1 : (a) le coefficient estimé de la superficie décroît avec l'écart-type de l'erreur de mesure, conformément à l'équation (12.12) (courbe) ; les points sont les moyennes de 200 réestimations, avec leur écart-type ; (b) la valeur prédite d'une petite maison augmente et celle du sujet diminue : le gradient prix-taille s'aplatit et les ajustements de superficie dérivés du modèle sont sous-estimés. 372

13.1 Enquête sur les logements locatifs de la SCHL, octobre 2025, six RMR du Québec : (a) loyer moyen des appartements d'initiative privée selon la taille du logement ; (b) taux d'inoccupation de tous les appartements en octobre 2024 et en octobre 2025. La hiérarchie des loyers (Gatineau et Montréal en tête, Saguenay en queue) et la détente générale de l'inoccupation en 2025, sauf à Saguenay, se lisent directement ; les lettres de qualité et la différence entre variation brute et estimative ne se lisent que dans les tableaux. 399

13.2 Trois indices souvent confondus, rebasés au premier trimestre de 2017 : l'Indice des prix de la construction de bâtiments (Montréal, bâtiments résidentiels), l'Indice des prix des logements neufs (Montréal, maison et terrain) et l'Indice des prix à la consommation (Québec, ensemble). Au troisième trimestre de 2026, le coût de construction a progressé de près de 80 %, le prix des maisons neuves de 59 % et les prix à la consommation de 32 %. Indexer un coût avec l'un des deux derniers indices le sous-estime gravement. . . . 404

13.3 La chaîne de données de l'évaluation : des sources officielles [O] et d'industrie [I] à la base d'évaluation, en passant par l'acquisition documentée, la normalisation, l'appariement et l'épuration. Le journal des exclusions et le dictionnaire des variables sont des produits de la chaîne au même titre que la base. 406

13.4 Composition de l'évaluation imposable uniformisée 2026 par catégorie d'immeubles pour Montréal, Québec et Gatineau, et montant total (en milliards de dollars). La part des résidences d'un logement passe de 20 % à Montréal à 56 % à Gatineau ; celle des immeubles à logements et des copropriétés suit le mouvement inverse. 411

13.5 Écart relatif entre le prix d'une vente datée à l'acte et le même prix daté à la promesse d'achat, en fonction du délai entre les deux et de la croissance annuelle du marché. La figure montre l'ampleur de la correction $(1+g)^{\delta/12}-1$ à appliquer au prix daté à l'acte pour le ramener à la date de la promesse ; le biais du tableau 13.9 en est l'opposé. 413

14.1 Les 618 inscriptions du jeu brut (à gauche, échelles logarithmiques) et les 579 ventes du jeu nettoyé (à droite). Dans le jeu brut, les inscriptions corrigées par une règle (dates, meubles, unité, coordonnées) et celles qui seront exclues (doublons, prix symboliques, ventes non représentatives, aberrations) sont distinguées ; les prix à un dollar et les superficies saisies en pieds carrés sont immédiatement visibles, les ventes liées ne le sont pas. 423

14.2 Distribution du score classique (à gauche) et du score robuste (à droite) du logarithme du prix au mètre carré pour les 193 inscriptions du secteur Hull après les règles R1 à R3, deux prix à un dollar compris ; les lignes tiretées marquent le seuil de ±3,5 et les scores sont tronqués à ±8. L'écart-type classique, gonflé par les deux anomalies, masque toutes les autres ; l'échelle robuste les révèle. 428

14.3 Résidu studentisé externe en fonction du levier pour les 581 ventes soumises à la première itération du diagnostic de régression ; la taille des points est proportionnelle à la distance de Cook. Les deux ventes sous la ligne $t_i = -3$ sont les ventes liées non déclarées que les scores univariés n'avaient pas repérées ; les ventes à droite du seuil de levier $2k/n$ sont des maisons atypiques mais exactes. 431

14.4 À gauche, fonction de répartition de l'erreur de position simulée pour cinq techniques de géocodage (écarts-types hypothétiques de 5 m à 1 km) ; à droite, part des 600 ventes dont les huit plus proches voisins sont conservés et dont l'appartenance au rayon de 3 km du sujet est inchangée. La structure de voisinage se dégrade bien avant que le coefficient de distance du modèle hédonique ne bouge. 434
14.5 La chaîne de traitement du cas 1 : des règles exactes vers des statistiques de plus en plus conditionnelles, chaque étape étant journalisée. Les effectifs sont ceux de l'exemple intégral. 439
14.6 À gauche, faux positifs et ventes liées détectées selon le seuil du score robuste, pour deux seuils de résidu studentisé ; à droite, écart-type résiduel du modèle nettoyé. Les six ventes liées sont détectées quels que soient les seuils ; des seuils plus sévères n'achètent qu'une baisse artificielle de l'écart-type au prix de ventes sincères écartées. 442

15.1 Mois d'inventaire des sept marchés métropolitains du Québec au troisième trimestre de 2026, avec le délai de vente médian de l'unifamiliale lorsqu'il est publié. Les bandes rappellent les seuils d'usage, qui sont des conventions de métier et non des normes ; Montréal et Gatineau ont franchi le seuil de six mois tandis que Québec reste nettement en deçà de quatre. 455
15.2 Dendrogramme de Ward des 600 ventes synthétiques du cas 1 (attributs et coordonnées centrés-réduits), tronqué à trente grappes terminales. La fusion finale, de loin la plus coûteuse, sépare les ventes de l'est de la RMR des autres ; les coupes à $k = 2$ et $k = 5$ sont indiquées. Les hauteurs intermédiaires décroissent sans saut marqué, signe d'une structure faible au-delà de deux groupes. 460
15.3 (a) Silhouette moyenne des k-moyennes selon le nombre de segments, pour trois jeux de variables : les attributs seuls ne révèlent aucune structure, les coordonnées seules en révèlent une nette, et le jeu complet se situe entre les deux. (b) Profil des silhouettes individuelles à $k = 5$ pour le jeu complet : les segments sont peu séparés et plusieurs ventes ont une silhouette négative. 461
15.4 Carte fictive des segments des k-moyennes : (a) le segment « Est » de la partition à deux groupes ; (b) à (f) les cinq segments de la partition à cinq groupes, chacun mis en évidence sur fond des autres ventes ; l'étoile marque le sujet. Seul le segment 2 est purement géographique ; les segments 1, 3, 4 et 5 découpent l'ouest de la RMR selon la qualité, la taille et l'âge et chevauchent les trois secteurs de Hull, Gatineau et Aylmer. 463
15.5 Coefficients de la superficie, de la qualité, de l'âge et de la tendance estimés séparément dans chaque secteur, avec intervalles à 95 % (HC1) ; le tireté est le coefficient commun du modèle de référence. Tous les intervalles le contiennent ; ceux des deux petits secteurs sont nettement plus larges. . . . 466
15.6 (a) Loyer moyen des appartements d'initiative privée par taille de logement, octobre 2025, zone 9 Rosemont/La Petite-Patrie et RMR de Montréal : la zone suit la RMR pour les petits logements et la dépasse pour les trois chambres et plus. (b) Univers de la zone 9 par taille de logement : les deux chambres représentent la moitié des 44 554 logements. 469

16.1 L'entonnoir de sélection des comparables : des filtres éliminatoires documentés, puis un classement par ressemblance. Chaque seuil fait l'objet d'une analyse de sensibilité. 487

16.2 Prix de vente et superficie habitable des 600 ventes du cas 1 ; les 16 candidats conservés après les filtres et les 5 comparables retenus sont mis en évidence, la ligne pointillée marque la superficie du sujet. La dispersion verticale à superficie donnée illustre le terme aléatoire de l'équation (16.2). 493

16.3 Localisation fictive des 600 ventes par secteur, du sujet (étoile) et des cinq comparables retenus (cercles), avec le rayon de recherche de 3 km. Les coordonnées sont synthétiques. 494

16.4 Distribution du prix par mètre carré habitable : ventes du secteur de Hull, candidats conservés après les filtres, comparables retenus. Le resserrement progressif de la distribution est l'effet recherché de la sélection ; la médiane des comparables sert d'indication brute. 495

16.5 Indication brute par le prix unitaire médian selon le nombre de comparables retenus, pour trois rayons de recherche (fenêtre de 18 mois). Un rayon élargi admet des ventes de secteurs voisins plus chers et déplace l'indication vers le haut. 496

17.1 La séquence conventionnelle des ajustements : les circonstances de la transaction sont corrigées en pourcentage et en cascade, puis les différences de propriété sont ajoutées en dollars sur la base ainsi obtenue. Les indicateurs de qualité du comparable et sa pondération découlent de la grille remplie. . 504

17.2 Cascade des ajustements du comparable G0404 : chaque barre part de la base laissée par l'étape précédente ; les ajustements positifs (vert) relèvent la base, l'ajustement d'âge (orange) l'abaisse, et six étapes sont nulles parce que les caractéristiques sont identiques. Le prix ajusté de 541 222 $ est le total de la cascade, indépendant de l'ordre des étapes. 517

17.3 Prix de vente (cercles vides) et prix ajustés (cercles pleins) des cinq comparables, avec l'ajustement brut et le poids de chacun ; la ligne pleine marque la valeur pondérée (575 565 $), la ligne tiretée la prédiction du modèle hédonique pour le sujet (637 953 $). Quatre comparables sont ajustés à la hausse, un à la baisse ; tous les prix ajustés sauf celui de G0574 restent sous la prédiction hédonique. 519

17.4 Dispersion des différences de prix des paires de ventes (critères retenus), pour le garage et le sous-sol fini : chaque point est une paire, la bande est l'intervalle à 95 % autour de la moyenne, la ligne tiretée le prix implicite hédonique. Pour le garage, les différences vont de −120 000 $ à +84 000 $: le bruit de transaction domine l'ajustement recherché. 520

17.5 Diagramme en tornade de la valeur pondérée : chaque barre donne l'intervalle parcouru par la valeur lorsqu'un seul élément varie, les autres restant à leur valeur de référence. L'omission de l'ajustement de temps et celle de l'ajustement de qualité dominent ; l'incertitude d'estimation des coefficients, prise un à un, déplace la valeur de moins de 8 000 $. 523

18.1 Diagnostics du modèle de référence. À gauche, les résidus contre les valeurs ajustées du logarithme du prix, avec la médiane et les premier et neuvième déciles des résidus par décile de valeur ajustée : la dispersion est stable et centrée. À droite, le diagramme quantile-quantile des résidus contre la loi normale : les queues ne s'écartent pas de la droite, ce qui est attendu de données engendrées par une erreur normale. 545

18.2 Prix prédit selon la superficie habitable, pour un logement ayant les autres attributs du sujet, sous quatre formes fonctionnelles estimées sur les 600 ventes ; les points sont les ventes de cottages du secteur de Hull. Les formes coïncident là où les données sont denses et divergent aux extrémités ; la forme linéaire est la seule à s'écarter nettement au centre. 546

18.3 Deux représentations du temps dans le modèle : l'indice trimestriel obtenu par quinze indicatrices (avec intervalle de confiance à 95 %, HC1) et la tendance linéaire du modèle de référence (0,36 % par mois), base 2023T1 = 100 ; le nombre de ventes par trimestre figure sous l'axe. Le dernier trimestre, qui gouverne l'ajustement de conditions du marché, est le moins précis. 547

18.4 Prix implicites au sujet du cas 1, en milliers de dollars, pour des variations typiques de chaque caractéristique (10 m² habitables, 100 m² de terrain, 10 années d'âge, 12 mois de marché, un échelon, une place, une indicatrice), avec des barres d'erreur de ±1,96 erreur-type HC1. La localisation est l'ajustement le plus important et le moins précis. 548

18.5 Prix prédit par le modèle de référence (avec correction de Duan) contre prix observé pour les 600 ventes du cas 1, avec la diagonale et les bandes à $\pm 2\hat{\sigma}$ (±18 %). Les cinq comparables retenus au chapitre 16 sont encerclés : quatre se situent nettement au-dessus de la diagonale, c'est-à-dire qu'ils se sont vendus sous leur prix prédit. 549

18.6 Surface du prix prédit (milliers de dollars) selon la superficie habitable et l'âge du bâtiment, les autres attributs étant ceux du sujet (étoile). Les courbes de niveau se resserrent vers la gauche, où le mètre carré vaut plus cher, et s'espacent vers le haut, où la dépréciation annuelle diminue. 550

19.1 Les deux familles d'effets spatiaux et les outils qui leur répondent. La dépendance se diagnostique sur les résidus et se traite par des effets fixes, des modèles autorégressifs ou le krigeage ; l'hétérogénéité se traite par la segmentation ou par des coefficients locaux. 563

19.2 Résidus du modèle semi-logarithmique sur les coordonnées synthétiques des 600 ventes du cas 1 (étoile : sujet). Sans indicatrices de secteur (gauche), les résidus positifs se concentrent à Aylmer et les résidus négatifs à Buckingham et Masson-Angers ; avec les indicatrices du modèle de référence (droite), les signes se mêlent sans structure. 576

19.3 Corrélogramme spatial : statistique I de Moran des résidus calculée sur les seules paires de ventes dont la distance tombe dans chaque bande, avec un intervalle à 95 % sous l'hypothèse nulle. Le plateau positif jusqu'à quatre kilomètres puis l'inversion au-delà de huit kilomètres signalent des sous-marchés d'étendue finie ; les résidus du modèle de référence ne s'écartent de zéro dans aucune bande. 576

19.4 Score de validation croisée de la GWR (noyau gaussien) selon la bande passante. Le minimum à 4,99 km marque l'arbitrage entre une bande courte, qui suit les variations locales sur trop peu de ventes, et une bande longue, qui lisse tout vers la régression globale. 580

19.5 Coefficients locaux de la GWR sur les coordonnées synthétiques : effet de localisation local en écart à Hull (gauche), élasticité locale à la superficie (centre) et effet local de l'âge (droite). La localisation reproduit les secteurs périphériques mais lisse la frontière Hull–Aylmer ; les coefficients des caractéristiques varient peu et sans structure. 581

19.6 Variogramme empirique des résidus (bandes de 1 km) et modèle exponentiel ajusté. Pour les résidus sans indicatrices de secteur, le plateau initial égale la variance du bruit de transaction et la composante de secteur n'apparaît qu'au-delà de six kilomètres ; les résidus du modèle de référence ont un variogramme plat. 582

19.7 Surface des résidus du modèle sans indicatrices de secteur krigée par krigeage ordinaire (modèle exponentiel, quarante voisins), sur les coordonnées synthétiques ; les points sont les ventes et l'étoile le sujet. La surface reconstitue la carte des primes de secteur que le modèle ignorait. 583

19.8 Statistique de Moran des résidus MCO, paramètre ρ du SAR et paramètre λ du SEM selon le nombre de plus proches voisins de la matrice de pondération. La dépendance mesurée par I est stable ; les paramètres autorégressifs croissent avec l'étendue du voisinage et ne sont identifiés qu'avec la matrice qui les accompagne. 586

20.1 (a) Résidu du modèle hédonique à la vente pour les seize candidats, classés par distance d'attributs croissante : les cinq comparables retenus se sont vendus en moyenne 8,5 % sous leur prix prédit, les onze autres 1,7 % seulement. (b) Indication par comparaison lorsque l'on retient les k premiers candidats : la valeur pondérée monte de 575 565 $ à 604 689 $ à mesure que l'échantillon s'élargit et que le résidu moyen se rapproche de zéro. 609

20.2 (a) Densités bootstrap de l'indication par comparaison selon ce que l'on rééchantillonne : les candidats (large), les ajustements (étroite), les deux (presque confondue avec la première). (b) Valeur pondérée de chacun des 4 368 sous-ensembles de cinq candidats parmi seize : la sélection du chapitre 16 se situe dans la queue basse, et la moyenne des sous-ensembles est proche de la prédiction hédonique. 610

20.3 Les indications du cas 1 et leurs intervalles : prix de vente probable (intervalle de prédiction à 95 %), coût selon la lecture ventilée écartée (point) et selon la dépréciation extraite (bootstrap à 90 %), comparaison à cinq comparables (bootstrap conjoint à 90 %), comparaison élargie à seize candidats, hédonique (±1,645 écart-type) et conclusion (fourchette conclue de 575 000 $ à 640 000 $, bande bootstrap à 90 % de la combinaison en fond, valeur la plus probable 605 000 $). La ligne pointillée marque l'espérance assignée au sujet par la loi de génération des données. 611

20.4 (a) Valeur combinée selon le poids de l'indication hédonique, pour un poids du coût de 0, 15 et 30 % ; les trois droites sont presque confondues parce que le coût et la comparaison indiquent des valeurs voisines ; les marqueurs situent la pondération raisonnée, les poids inverses de la variance, les poids de variance minimale et la moyenne simple. (b) Écart-type de la combinaison de deux indications (comparaison, 18 385 $; hédonique, 11 462 $) selon le poids de la seconde, pour quatre corrélations ; le point marque le poids optimal de l'équation (20.5), qui se déplace vers l'indication la plus précise à mesure que la corrélation croît et sort de l'intervalle $[0, 1]$ pour $\rho = 0{,}9$. 612

21.1 Architecture de la méthode du coût : le coût neuf, somme des coûts directs, des coûts indirects et de l'incitatif de l'entrepreneur, est diminué des trois dépréciations puis ajouté à la valeur du terrain. Le présent chapitre traite du bloc supérieur ; chaque bloc renvoie au chapitre qui le détaille. 625

21.2 Indice des prix de la construction de bâtiments, Montréal, du début des séries résidentielles (T1 2017) au T3 2026, base 2023 = 100. La maison individuelle passe de 66,1 à 116,5, soit une hausse de 76 % en neuf ans et demi, concentrée entre 2020 et 2022 ; la hausse reprend en 2025-2026 (+8,6 % sur un an au T3 2026). Le non résidentiel (tireté) suit une trajectoire plus modérée. 636

21.3 Décomposition du coût neuf du sujet du cas 1 par corps de métier, coûts indirects et incitatif, triée par montant. L'enveloppe et la finition intérieure représentent ensemble plus du tiers du coût neuf ; les coûts indirects, gonflés par la supervision du chantier, en représentent 15,7 % et l'incitatif 9,1 %. . . 643

21.4 Sensibilité du coût neuf du sujet du cas 1 : (a) grille du taux d'indirects et du taux d'incitatif, en milliers de dollars ; (b) tornade où chaque paramètre varie seul autour du cas de base de 397 567 $: la date des prix (une année d'IPCB, ±8,6 %) pèse près de deux fois plus que chacun des deux taux. 645

22.1 Le processus du métré : des plans aux dimensions de base, des dimensions aux quantités par les règles de mesure propres à chaque corps de métier, des quantités au coût direct par les prix unitaires installés. Le métré de contrôle de l'évaluateur (tireté) remonte des quantités vers les dimensions et redescend vers l'effet sur le coût. 653

22.2 Plan coté du sujet du cas 1 (données synthétiques) : rez-de-chaussée avec garage intégré en coin et étage ; cotes à la face externe des murs, aires brutes des pièces en mètres carrés (limites de pièces à l'axe des cloisons). La façade est en bas ; les traits épais colorés marquent la porte de garage, l'entrée principale et la porte-patio. Le sous-sol occupe la partie en L sous les espaces habitables (70,1 m²). 657

22.3 Coupe transversale schématique du sujet du cas 1 (données synthétiques) : murs de fondation de 2,44 m sur semelles de 0,60 × 0,30 m, deux niveaux de 2,75 m de plancher à plancher, toit à 6:12 avec débords de 0,40 m. Le prisme d'excavation (tireté) a un fond débordant de 0,90 m des murs et des talus à 0,5 horizontal pour 1 vertical sur 2,60 m de profondeur ; son volume se calcule par la formule du prismoïde (équation (22.3)). 658

22.4 Répartition du devis du sujet du cas 1 par bloc de corps de métier (mêmes sept blocs et même ordre qu'à la figure 21.3) et par type d'unité : postes mesurés en volume, surface ou longueur, postes dénombrés, forfaits. La géométrie contrôle directement 48,2 % du sous-total ; les forfaits, concentrés dans la mécanique et l'électricité et dans les indirects, en représentent 26,9 %. . . . 669

22.5 Écarts du métré de contrôle du sujet du cas 1, par poste mesuré ou dénombré, dans l'ordre des blocs de corps de métier ; bandes de tolérance de ±5 % (conforme) et ±10 % (à préciser). Les dimensions de base et les dénombrements concordent ; le gypse et la peinture ressortent 18 % au-dessus du devis et constituent la seule réserve matérielle ; le bois franc et la céramique se compensent. 671

23.1 Chaîne des coûts d'une construction résidentielle : le propriétaire ou le promoteur paie l'entrepreneur général et les coûts indirects du projet ; l'entrepreneur général paie des sous-traitants dont les prix installés incluent déjà matériaux, main-d'œuvre, équipement et marge. L'incitatif de l'entrepreneur rémunère le niveau supérieur de la chaîne et ne doit pas se superposer aux marges déjà incluses dans les prix. 681

23.2 Indice des prix de la construction de bâtiments, 2023 = 100 : (a) variation sur quatre trimestres des séries résidentielles de Montréal par type d'immeuble, du T1 2018 au T3 2026, qui culmine à 18,9 % au T1 2022 et remonte à 8,6 % au T3 2026 ; (b) niveau de l'indice des bâtiments résidentiels à Montréal, à Québec (série débutant au T1 2023), dans la partie ontarienne d'Ottawa–Gatineau et pour le composite de quinze régions métropolitaines, du T1 2017 au T3 2026. 695

23.3 Variation des indices de division de l'IPCB, Montréal, maison individuelle, du T1 2020 au T4 2022 (flambée) et du T3 2025 au T3 2026 (dernière année). La flambée a été portée par le bois et les ouvrages métalliques ; la hausse récente est menée par le béton, la charpente d'acier, la maçonnerie et les ouvrages métalliques, les divisions à forte main-d'œuvre progressant à un rythme proche de celui des conventions collectives. Indices de division, non pondérés. 697

23.4 Formation du coût du sujet du cas 1 : coûts directs par corps de métier (bleu), cinq postes indirects (orange), incitatif (vert), puis TPS et TVQ sur le seul bâtiment (jaune), sans remboursement puisque la valeur de l'habitation terrain compris dépasse les seuils. Les repères verticaux marquent D, $D + I$, C_N et le coût toutes taxes comprises du bâtiment. 702

23.5 Sensibilité du coût neuf du cas 1 : (a) intérêts intérimaires selon la durée du chantier pour cinq taux annuels, la ligne tiretée marquant le forfait du devis ; (b) tornade où chaque paramètre varie seul autour du cas de base de 397 567 $: taux d'incitatif (5 à 15 %), indirects hors financement (± 5 points des directs), durée du chantier (6 à 18 mois au taux de référence), hausse salariale (0 à 8 % avec une part de main-d'œuvre de 40 %) et taux intérimaire (4 à 9 % sur douze mois). 705

24.1 Coût neuf et dépréciation ventilée des dix-huit composantes de courte durée du sujet, triées par coût neuf. Les composantes d'origine notées 3 ou 4 (armoires, fenêtres, balcon, VRC) perdent de 70 à 100 % de leur coût neuf, tandis que les systèmes de longue vie utile (électricité, plomberie) et les éléments renouvelés (peinture, vanités, chauffe-eau) restent sous 45 % ; au total, la courte durée est dépréciée de 58,9 %, dix points de plus que la structure. 721

24.2 Courbes de dépréciation du bâtiment, cas 1. (a) Taux extraits du marché pour les 600 ventes, médianes par tranche de dix ans et ajustement quadratique de l'équation (24.15) ; la droite âge-vie de 60 ans est très au-dessus du nuage dès vingt ans. (b) Profils comparés sur 80 ans : la courbe extraite, la courbe hédonique convertie au bâtiment par l'équation (24.17) et le profil du générateur converti sont voisins et concaves, tandis que la droite âge-vie et, plus encore, la lecture ventilée du sujet (55,6 % à 28 ans) retranchent deux à trois fois plus. 730

24.3 Du coût neuf à l'indication de valeur, sujet du cas 1. (a) Lecture ventilée : le coût neuf perd 57,5 % en curable, courte durée, longue durée et désuétude fonctionnelle. (b) Lecture retenue : la dépréciation extraite du marché à 28 ans (22,0 %) et la désuétude fonctionnelle propre au sujet laissent une contribution du bâtiment de 302 501 $, à laquelle s'ajoute le terrain de 277 000 $ pour une indication de 579 501 $, arrondie à 580 000 $. 736

24.4 Sensibilité, sujet du cas 1. (a) Taux de dépréciation par la méthode âge-vie modifiée selon la vie économique et l'âge effectif de la structure : aucune combinaison raisonnable ne descend aux 22 % extraits du marché. (b) Tornade de l'indication par le coût autour de 579 501 $: la méthode de dépréciation pèse plus que tout, puis la valeur du terrain et la date des prix du coût neuf ; les paramètres de l'extraction et la désuétude fonctionnelle sont de second ordre. 738

25.1 Prix par mètre carré des 200 ventes synthétiques de terrains selon la superficie (échelle logarithmique), pour les terrains desservis et non desservis, avec les courbes du modèle hédonique pour un terrain plat, régulier, unifamilial, à Hull, en juillet 2024. La valeur unitaire décroît comme $T^{\varepsilon_T - 1}$ avec $\varepsilon_T = 0{,}53$; l'étoile situe le terrain du sujet à la valeur retenue de 447 $/m². 761

25.2 Carte synthétique des 200 ventes de terrains vacants (points pleins : desservis ; cercles : non desservis), du sujet du cas 1 (étoile) et des cinq terrains comparables retenus, avec le rayon de recherche de quatre kilomètres. Les coordonnées sont fictives ; les terrains non desservis se concentrent dans les secteurs périurbains de Buckingham et de Masson-Angers. 763

25.3 Schéma de la technique résiduelle du terrain appliquée au cas 3 : le revenu net stabilisé est amputé du revenu nécessaire pour rémunérer et récupérer le capital investi dans le bâtiment, et le reste est capitalisé au taux du terrain. Chaque case est une hypothèse déclarée ; la figure 25.4 montre ce qu'il advient quand elles varient. 765

25.4 Valeur résiduelle du terrain du cas 3 selon le taux du terrain R_L, pour trois niveaux de dépréciation du bâtiment (44, 52 et 60 %, soit un bâtiment déprécié de 1 330 000 $, 1 140 000 $ et 950 000 $) et une récupération linéaire sur 40 ans. Le point marque le cas de base ; la ligne pointillée, l'extraction sur la valeur capitalisée. La valeur devient négative lorsque le revenu requis par le bâtiment dépasse le revenu net. 767

25.5 Lotissement du site fictif de 10 000 m² : (a) produit des ventes, coûts et profit par année, et valeur actualisée cumulée à 10 % ; (b) tornade de la valeur du site brut lorsque chaque hypothèse varie seule autour du cas de base de 1 230 878 $. Le prix des lots et le rythme d'absorption dominent ; le taux d'actualisation pèse le moins sur un horizon de trois ans. 769

26.1 Chronologie des avis pour un bail de logement de douze mois courant du 1er juillet 2026 au 30 juin 2027 : fenêtre de l'avis de modification, date limite de l'avis de reprise ou d'éviction, délais de réponse du locataire et de saisine du Tribunal, puis délais ouverts au nouveau locataire. Les dates sont décomptées en mois civils à partir du terme. 782

26.2 Loyer contractuel et loyer de marché estimé des douze logements du cas 3, classés du bail le plus récent au plus ancien ; l'écart relatif inscrit à droite de chaque paire passe de 2,0 % pour les locataires arrivés en 2025 à 30,5 % pour le locataire en place depuis 2008, et les cinq baux de 2018 forment un palier homogène à 14,9 %. 789

26.3 Cas 3 : (a) part des douze logements selon l'ancienneté du locataire et part théorique d'une cohorte encore en place après t années, $(1-\rho)^t$, pour des rotations de 8,5 %, 9,4 % et 15 % ; (b) écart mensuel entre loyer de marché et loyer contractuel selon l'ancienneté, par type de logement. L'écart est porté par les locataires dont l'ancienneté dépasse la durée médiane d'occupation. 791

26.4 Décomposition du coût mensuel d'électricité d'un 4½ chauffé à l'électricité au tarif D entre la redevance d'abonnement, la première tranche et la seconde tranche, pour un profil hypothétique de 12 000 kWh par an ; la seconde tranche n'apparaît qu'en janvier, février et mars, et la moyenne annuelle de 89,45 $ par mois est le montant à retrancher d'un loyer « chauffé-éclairé » pour obtenir le loyer nu équivalent. 798

26.5 Cas 3 : valeur actuelle espérée de l'écart contractuel de chaque logement pour des rotations de 8,5 %, 9,4 % et 15 %, les logements étant classés par ancienneté du locataire ; la décote agrégée passe de 156 977 $ à 102 188 $ lorsque la rotation passe du taux observé pour les immeubles de six à dix-neuf logements de Montréal à l'hypothèse du dossier, et le logement 103 en porte près du cinquième. 803

27.1 Inoccupation des appartements d'initiative privée. À gauche, les six RMR du Québec en octobre 2024 et octobre 2025 : la détente est générale sauf à Saguenay, mais aucun marché ne dépasse 4 %. À droite, la RMR et l'île de Montréal en octobre 2025 selon la taille de l'immeuble : les petits immeubles de 3 à 19 logements, segment des plex et des immeubles de quartier, affichent 2,1 % à 2,3 %, contre 5,1 % à 5,7 % pour les immeubles de cent logements et plus. 817

27.2 Trajectoires du revenu brut potentiel du cas 3 sur dix ans. La zone grisée est l'écart entre l'indexation seule (pointillé) et le marché (carrés) ; il s'élargit sans rotation. La trajectoire de base (ronds, rotation de 15 %) rejoint le marché à un pour cent près en sept ans ; la variante à la rotation régionale de 9,4 % (triangles) laisse un écart de 2,5 % en 2035. Le rattrapage est entièrement porté par la relocation des logements libérés. 826

27.3 Cascade des revenus du cas 3 pour la première année. Du RBP au marché au RBP contractuel, le déficit de loyer retranche 20 496 $; la provision pour inoccupation et pertes retranche 6 456 $; les autres revenus ajoutent 9 360 $. Le revenu brut effectif, 168 444 $, dépasse le RBP contractuel parce que les autres revenus excèdent la provision, mais reste inférieur de 9,5 % au RBP au marché. 829

27.4 À gauche, l'inoccupation frictionnelle $v_f = \rho\, d/12$ en fonction de la durée de vacance pour cinq taux de rotation, dont ceux mesurés par la SCHL à Montréal, Québec et Gatineau en 2025 ; l'étoile marque l'hypothèse du cas 3 et la ligne pointillée le taux d'inoccupation d'octobre 2025 de la RMR de Montréal. À droite, la valeur du cas 3 par capitalisation directe selon la provision : une droite de pente −35 995 $ par point, soit 1,8 % de la valeur. . 832

28.1 Cas 3 : à gauche, évolution 2023-2025 des groupes de dépenses déclarées en indice (2023 = 100), où la croissance régulière des postes variables et de l'énergie contraste avec la stabilité des taxes de la fin du rôle précédent et avec la pointe puis le recul de l'assurance ; à droite, montant déclaré de 2025 et montant normalisé de première année par groupe, où apparaissent l'ajout de la gestion imputée et la légère baisse des taxes recalculées au taux général. 850

28.2 Ratio de dépenses (réserve comprise, rapporté au revenu brut effectif) selon le loyer mensuel moyen pour les quarante ventes comparables du cas 3, et courbe du ratio que le sujet afficherait à chaque niveau de loyer, dépenses hors gestion inchangées. Le sujet est à 46,6 % avec ses loyers contractuels de 1 150 $ et serait à 42,1 % aux loyers de marché de 1 292 $: près de la moitié de son écart à la médiane des comparables tient au niveau des loyers, non à celui des dépenses. 855

28.3 Structure des dépenses normalisées, en pourcentage du revenu brut effectif, par groupe de postes, pour l'immeuble de douze logements de Montréal (cas 3) et le triplex de Québec (cas 2). Les ratios totaux sont presque identiques (46,6 % et 45,7 %), mais les taxes et l'assurance pèsent deux fois plus dans le triplex, où le taux de taxe est plus élevé et où le propriétaire-occupant n'inscrit ni conciergerie ni honoraires, tandis que les services et l'entretien dominent dans l'immeuble de douze logements. 856

28.4 Cas 3 : du revenu brut potentiel des baux en vigueur au revenu net d'exploitation normalisé de première année. Les barres pleines sont des totaux, les barres suspendues des déductions (inoccupation et pertes, dépenses fixes, dépenses variables hors gestion, gestion imputée, réserve) ou des ajouts (autres revenus). Les dépenses totales absorbent 46,6 % du revenu brut effectif. 859

28.5 Cas 3 : revenu net normalisé selon la réserve par logement, le taux de la taxe municipale (valeur au rôle inchangée) et le taux de gestion imputée, les autres paramètres étant maintenus à leur valeur de base (traits pointillés). Les trois relations sont linéaires ; la pente de chacune, rapportée au taux de capitalisation, donne l'effet sur la valeur : 272 $ de valeur par dollar de réserve par logement, environ 49 800 $ par dixième de point de taux de taxe, 38 150 $ par point de gestion. 861

29.1 Distribution des quarante taux globaux extraits du cas 3. La médiane (4,415 %) et les quartiles résument un échantillon dont l'étendue dépasse 170 points de base ; la prévision de la régression pour un immeuble de douze logements en état moyen (4,57 %) se situe au-dessus de la médiane, parce que l'échantillon contient beaucoup de grands immeubles vendus à des taux plus bas. 874

29.2 Taux extraits selon le nombre de logements, par niveau d'état (trois séries), avec les droites de la régression (29.4). La pente négative sur la taille et le décalage vers le bas des immeubles en meilleur état sont visibles, mais la dispersion autour des droites (écart-type résiduel de 38 points de base) l'emporte sur les effets systématiques ; l'étoile marque la prévision pour le sujet. 875

29.3 Décomposition du taux global selon la construction. La part de la dette Mf (3,81 %) est identique dans toutes les constructions ; ce sont la rémunération des fonds propres et les crédits pour remboursement du capital et pour appréciation (hachurés, soustraits) qui distinguent les méthodes. Avec l'appréciation du dossier (24,9 % en dix ans), Ellwood tombe à 3,18 % ; seule une appréciation implicite de 7,7 % ramène le taux à la médiane de marché. . . 881

29.4 Rendements des obligations de référence du gouvernement du Canada à cinq et dix ans et taux hypothécaire conventionnel de cinq ans affiché par les banques à charte, moyennes mensuelles de janvier 2001 à octobre 2026. Après le creux de 2020, la remontée des taux sans risque a rétréci l'écart entre taux de capitalisation et rendement obligataire ; le taux affiché surestime le coût réel de la dette, que les taux des fonds avancés mesurent mieux. . . . 885

29.5 Carte de la valeur indiquée $V = RNE_1 / R$ pour un revenu net variant de -10 à $+10$ % et un taux de 3,75 % à 5,25 %. Les iso-valeurs sont des hyperboles : la même valeur de 1 799 115 $ s'obtient avec le revenu de base à 5,00 %, avec un revenu réduit de cinq pour cent à 4,75 % ou avec un revenu accru de cinq pour cent à 5,25 %, ce qui illustre la compensation entre erreurs de revenu et erreurs de taux. 891

30.1 Rendements mensuels moyens des obligations de référence du gouvernement du Canada à 5 et 10 ans et taux hypothécaire conventionnel 5 ans affiché par les banques à charte, janvier 2006 à octobre 2026. Le taux sans risque qui ancre tout taux d'actualisation a connu trois régimes en vingt ans ; au 29 octobre 2026, l'obligation à 10 ans rendait 3,84 %, alors que le taux hypothécaire affiché restait à 6,19 %. 900

30.2 Trajectoire du revenu brut potentiel du cas 3 : loyers contractuels indexés à 3,1 % avec relocation de 15 % des logements par an au loyer de marché (trait plein bleu), revenu au loyer de marché croissant de 3,5 % par an (orange) et, pour comparaison, indexation seule sans relocation (pointillé). La zone grisée est l'écart au marché, qui passe de 11,0 % à 1,0 % en dix ans. 903

30.3 Haut : revenu net d'exploitation, dépenses en capital et flux net avant dette du cas 3 sur dix ans ; les travaux de 2027, 2029 et 2032 creusent le flux sans affecter le revenu net. Bas : valeur présente cumulée des flux (662 410 $, soit 30 % de la valeur) et apport de la valeur terminale actualisée (1 546 156 $, soit 70 %) pour atteindre $V_0 = 2\,208\,566$ $. 916

30.4 Valeur DCF du cas 3 (milliers de dollars) selon le taux d'actualisation r (lignes) et le taux de capitalisation terminal R_T (colonnes), toutes autres hypothèses à leur valeur de base ; la cellule encadrée est la base (2 208 566 $). La valeur est plus sensible à 25 pb de R_T qu'à 25 pb de r. 918

30.5 Diagramme en tornade de la valeur DCF du cas 3 : variation de la valeur (milliers de dollars) lorsque chaque intrant est porté à sa borne basse (bleu) ou haute (orange), les autres étant à leur valeur de base. Les hypothèses de croissance dominent les taux ; l'effet de la rotation est asymétrique. 919

31.1 Gauche : trajectoire du solde du prêt du cas 3 (1 475 959 $ à 4,12 %, composition semestrielle, 480 mois) ; les points marquent la fin du terme de cinq ans (1 394 739 $) et la revente de l'année 10 (1 295 148 $) ; la convention américaine (pointillé) donne un solde à peine plus élevé. Droite : décomposition du service de la dette annuel constant de 74 963 $ en intérêts et capital ; la première année, 80 % du paiement est de l'intérêt. 930

31.2 Taux effectifs des fonds avancés par les banques à charte pour les prêts hypothécaires résidentiels à taux fixe de cinq ans et plus, assurés et non assurés (mensuels, janvier 2013 à août 2026), taux conventionnel à cinq ans affiché (moyennes mensuelles) et taux cible du financement à un jour. Les taux consentis suivent les taux obligataires, non le taux directeur, et l'écart entre le taux affiché et le taux non assuré consenti a oscillé entre 1,3 et 2,6 points depuis 2013. 937

31.3 Levier financier dans le cas 3 (achat à la valeur DCF de 2 208 566 $, prêt à 4,12 % sur 480 mois, flux projetés du chapitre 30). Gauche : le TRI des fonds propres sur dix ans croît avec le ratio prêt-valeur parce que le rendement de l'actif (7,25 %) excède le coût effectif de la dette ($k \approx 4{,}06$ %) ; au RPV retenu de 66,8 %, il est de 11,22 %. Droite : le rendement courant de la première année décroît avec le ratio prêt-valeur parce que le taux de capitalisation sur le prix (4,07 %) est inférieur à la constante hypothécaire (5,08 %) ; au RPV retenu, il n'est que de 2,05 %. 940

31.4 Sensibilité du financement du cas 3 au taux et à l'amortissement, pour le prêt retenu de 1 475 959 $. Gauche : service de la dette annuel selon le taux nominal (composition semestrielle), pour des amortissements de 25, 30 et 40 ans ; le pointillé horizontal est le revenu net de la première année. Droite : ratio de couverture correspondant ; le prêt, dimensionné au seuil de 1,20 à 4,12 % sur 40 ans, descend sous ce seuil à tout taux supérieur et sous 1,00 au-delà de 5,5 % environ. 949

32.1 Prix médians des plex de 2 à 5 logements publiés par l'APCIQ pour le troisième trimestre de 2026, par territoire ; les marchés de la région de Québec, dont le secteur du cas 2, sont distingués. Les écarts entre territoires sont de l'ordre du simple au double et excèdent de loin ce que des différences de loyers expliqueraient. 957

32.2 Distribution du multiplicateur du revenu brut des 127 ventes du cas 2, selon la taille de l'immeuble (à gauche) et selon le quartier (à droite). Les médianes des duplex et des triplex sont presque confondues ; les différences de quartier, modestes, suivent l'ordre des prix et non celui des loyers, ce qui est la signature d'un marché où les acheteurs paient d'abord la localisation. . . . 967

32.3 Prix par logement des 127 ventes du cas 2 par quartier, avec les cinq comparables retenus pour le triplex sujet (losanges, Limoilou) et la valeur pondérée du sujet rapportée au logement (trait tireté). Les comparables, triplex récents du même quartier, se situent dans la moitié supérieure de la distribution de Limoilou. 968

32.4 Taux global extrait aux loyers contractuels selon le loyer relatif ρ pour les 127 ventes du cas 2 (duplex et triplex), droite de régression (32.9) et taux ajusté du sujet ($\rho = 0{,}848$). Plus les loyers d'une vente sont sous le marché, plus le taux extrait est bas : le marché paie le potentiel locatif en acceptant un rendement courant moindre. 969

32.5 À gauche, les trois indications de valeur du triplex selon le niveau des loyers par rapport au marché : l'indication par le multiplicateur croît proportionnellement aux loyers, la capitalisation à taux fixe croît plus vite (levier opérationnel des dépenses fixes) et la capitalisation au taux ajusté croît moins vite, parce que le marché cesse de payer un potentiel qui n'existe plus. À droite, le coût économique mensuel d'occupation, hors remboursement de capital, selon le taux hypothécaire pour deux mises de fonds, comparé au loyer de marché du logement occupé. 980

33.1 Taux global selon le nombre de logements (échelle logarithmique) pour les quarante ventes du cas 3 (Montréal), les 17 immeubles montréalais et les 31 immeubles des cinq autres régions du cas 4. La droite est la régression linéaire du cas 3 ; les courbes tiretées sont la régression semi-logarithmique du cas 4 pour un immeuble d'état moyen de cinquante ans à Montréal et à Gatineau. L'effet de la taille est faible devant l'effet de la région. 994

33.2 Loyer moyen (tous les logements et deux chambres) et taux d'inoccupation des appartements locatifs de l'île de Montréal en octobre 2025, selon la taille de l'immeuble (haut) et l'année de construction (bas). Les immeubles de 6 à 49 logements, cœur du marché privé, ont les loyers les plus bas et l'inoccupation la plus faible ; les grands immeubles et le parc récent ont les loyers et l'inoccupation les plus élevés. 998

33.3 Cas 4 : valeur 2026 par logement (gauche ; barres = valeur agrégée sur logements de la région, points = immeubles, aire proportionnelle au nombre de logements) et taux global par région (droite ; médiane et étendue, taux pondéré, et médiane des quarante ventes du cas 3 en pointillé). Montréal cumule le taux le plus bas et la valeur par logement la plus élevée ; Gatineau se distingue des autres régions par ses loyers. 1009

33.4 Valeur par logement (k$) et taux global prédits par la régression du cas 4 pour un immeuble de trente-six logements de soixante-douze ans au revenu net de P45, selon la région et l'état ; le cadre marque le sujet (Gatineau, état 2). Les colonnes (région) séparent davantage les valeurs que les lignes (état). 1013

34.1 Inflation de la période de référence (variation de la moyenne annuelle de l'IPC du Québec) et pourcentage de base qu'aurait produit la formule de l'article 3.1 pour chaque année de fixation de 2006 à 2026 ; les losanges marquent les pourcentages publiés par le TAL pour 2025 et 2026. La moyenne mobile sur trois ans retarde et lisse l'inflation : la formule reste sous l'inflation quand celle-ci accélère et au-dessus quand elle ralentit. 1026

34.2 Composantes de l'augmentation mensuelle du logement 103 selon la méthode de 2026 : dans la variante A, seules les données du dossier interviennent et le pourcentage de base est la seule composante non nulle ; dans la variante B, la hausse des taxes et des assurances au-delà de 3,1 % et les travaux de 85 000 $ ajoutent 23,48 $. L'écart au loyer de marché, 319 $ par mois, est hors de portée des deux calculs. 1030

34.3 À gauche, espérance du rapport loyer contractuel sur loyer de marché d'un logement partant de 0,695, pour une rotation de 5, 15 et 25 % par an : forme fermée (34.8) en trait plein, moyenne de 20 000 trajectoires simulées en cercles, limites q_∞ en pointillé et dérive sans relocation en tireté. À droite, probabilité que le locataire initial soit encore en place. La convergence est rapide pour les fortes rotations et la limite s'éloigne de un lorsque la rotation faiblit. 1037

34.4 Revenu brut potentiel contractuel du cas 3 sur dix ans selon la rotation (base 3,1 %), comparé au revenu au loyer de marché, à l'indexation seule et au scénario d'encadrement renforcé. La rotation détermine la vitesse de convergence vers le marché ; le pourcentage de base et le rattrapage partiel déterminent la pente de long terme. 1040

34.5 Valeur DCF du cas 3 pour les neuf combinaisons de rotation et de pourcentage de base, avec en repères la valeur de base du dossier, la valeur par capitalisation directe au taux médian extrait, la valeur sans aucune relocation et celle du scénario d'encadrement renforcé. La fourchette de la grille, de 1 974 822 $ à 2 340 208 $, encadre la valeur par capitalisation directe par le bas et la dépasse largement par le haut. 1041

35.1 Indice des prix des logements neufs, variation sur douze mois (en pourcentage), janvier 2011 à septembre 2026, pour les cinq régions métropolitaines québécoises couvertes et pour le Canada. L'épisode pandémique (bande grisée) porte la hausse annuelle à 21,9 % à Montréal et à 14,3 % à Québec, alors que Gatineau ne dépasse pas 6,7 % ; en 2026, les hausses québécoises se sont ramenées entre 0,3 % et 3,0 % tandis que l'indice canadien recule. La divergence régionale interdit d'appliquer un indice national ou métropolitain à un marché local. 1066

35.2 Quatre indices à qualité constante du cas 1 et la vérité de génération (haut), et leur écart à la vérité en pourcentage (bas). L'indice hédonique est lisse mais décalé vers le haut par le bruit de sa période de base ; les indices de ventes répétées sont centrés mais oscillent de trimestre en trimestre, avec un intervalle de confiance (non tracé) trois fois plus large ; le SPAR, qui profite d'un rôle fictif idéalement uniforme, est le plus proche de la vérité. 1073

35.3 Le biais de composition de la médiane. En haut, l'indice de la médiane et celui de la moyenne géométrique des prix s'écartent de l'indice hédonique de 5 à 20 points ; la moyenne géométrique corrigée de l'effet de composition (cercles) coïncide exactement avec l'indice hédonique, comme l'impose l'identité (35.2). En bas, l'effet de composition $(\bar{\mathbf{x}}_t - \bar{\mathbf{x}}_0)^\top \hat{\beta}$ et la part des ventes du secteur d'Aylmer : les trimestres où la médiane s'emballe sont ceux où les maisons vendues valaient, à prix constants, 8 à 11 % de plus que celles du trimestre de base. 1074

35.4 À gauche, le carré des résidus de l'estimateur BMN selon l'intervalle entre les deux ventes, les reventes rapides rénovées étant distinguées ; la droite ajustée sur toutes les paires a une pente négative, celle ajustée sans les reventes rénovées retrouve le signe de la loi de génération $2\sigma^2 + \delta^2\Delta$. À droite, les poids relatifs de Case–Shiller qui en découlent : une paire de douze trimestres pèse 0,86 (estimé) ou 0,74 (théorique) fois une paire d'un trimestre. 1075

35.5 À gauche, l'indice BMN du cas 1 tel qu'il aurait été publié en 2025T2, en 2025T4 et en 2026T3 : chaque millésime révise les valeurs antérieures, de près de trois points pour 2025T2 et de 4,5 points pour 2024T4, parce que les paires nouvelles relient les trimestres récents aux anciens. À droite, l'effet du filtre des reventes rapides : écarter les intervalles inférieurs à douze mois élimine les reventes rénovées et rapproche la hausse totale de la vérité, mais un filtre à dix-huit mois ne laisse que 45 paires et l'indice devient erratique. 1077

36.1 Chronologie du plan simulé : deux cohortes traitées à des dates différentes, un groupe jamais traité, et les fenêtres retenues pour l'estimateur 2×2 (deuxième année après la mise en service, lorsque le régime déclaré est atteint) et pour le placebo temporel. 1096

36.2 Logarithme moyen du revenu net d'exploitation, en écart à 2016T1, des immeubles traités et des témoins jamais traités de la même RMR. (a) Montréal, cohorte A traitée dès 2022T3 ; (b) Gatineau, cohorte B traitée dès 2024T3. Le pointillé est la trajectoire des traités débarrassée de l'effet déclaré, c'est-à-dire le contrefactuel $Y(0)$ que seul un jeu simulé permet de tracer. Les groupes ne sont pas rigoureusement parallèles : les marches aléatoires idiosyncrasiques ne s'annulent pas sur huit ou neuf immeubles. 1097

36.3 Dynamique de l'effet estimé et effet déclaré. (a) Étude d'événement par effets fixes d'immeuble et RMR × trimestre, référence $k = -1$, bandes à 95 % par erreurs-types en grappes ; les coefficients de $k = -8$ et $k = +8$ regroupent les observations plus éloignées. (b) Agrégation dynamique de l'estimateur de Callaway et Sant'Anna avec témoins jamais traités de la même RMR, bandes par bootstrap de 499 tirages par blocs d'immeubles. Dans les deux panneaux, la montée en régime sur quatre trimestres est retrouvée ; les coefficients pré-traitement négatifs signalent que le trimestre de référence est un point haut des traités. 1099

36.4 Décomposition de Goodman-Bacon : chaque point est une comparaison 2×2, placée selon son poids et son estimation ; le trait plein est l'estimateur TWFE, moyenne pondérée des points, et le tireté l'effet moyen vrai. (a) Cas 4 : les comparaisons contre les jamais traités dominent et portent le biais de tendance régionale. (b) Laboratoire à tendance commune et effets croissants ($\delta(k) = 0{,}005\,(k+1)$) : la comparaison « tardive contre précoce déjà traitée » est négative et pèse un tiers, et le TWFE tombe à un tiers de l'effet vrai. . . 1101

36.5 Contrôle synthétique de la cohorte A (moyenne des huit immeubles traités de Montréal, logarithme du revenu net centré sur la moyenne pré-traitement). (a) Trajectoire traitée, contrôle synthétique et contrefactuel déclaré. (b) Écart traité moins synthétique et écarts des 35 placebos obtenus en traitant fictivement chaque donneur ; le rapport des RMSPE post et pré du traité est le plus élevé des 36. (c) Poids des onze donneurs qui dépassent 0,5 %. 1104

36.6 Discontinuité spatiale à une frontière de zone (simulation transversale fictive) : logarithme de la valeur selon la distance signée à la frontière, moyennes par tranche de 200 mètres et ajustement local linéaire à noyau triangulaire de bande 1 km de part et d'autre. Le saut à la frontière est l'effet de la règle ; le gradient continu de part et d'autre est la localisation, que la comparaison naïve des deux côtés confondrait avec lui. 1105

36.7 Étude d'événement dans le scénario de référence et dans le scénario où les immeubles traités croissent d'un point de pourcentage de plus par an depuis 2016 (tendances parallèles violées). Les coefficients pré-traitement, plats dans le premier cas, dessinent une pente dans le second ; les coefficients post-traitement sont surestimés d'un montant qui croît avec k. 1107

37.1 Arbre de régression de profondeur 3 estimé sur le logarithme du prix des 600 ventes du cas 1 (feuilles d'au moins cinq ventes). La première division porte sur la superficie habitable (147,5 m²), les suivantes sur la distance au centre, la latitude, de nouveau la superficie et le terrain ; chaque feuille prédit une constante, convertie ici en dollars. Huit prix possibles pour six cents maisons : l'arbre est lisible mais grossier. 1118

37.2 Courbes d'apprentissage du gradient boosting sur les 600 ventes du cas 1 : racine de l'erreur quadratique moyenne du logarithme du prix à l'entraînement (tiretés) et en validation croisée à dix plis (traits pleins) selon le nombre d'arbres, pour des arbres de profondeur 1, 2 et 4 ($\nu = 0{,}03$, sous-échantillon 80 %, feuilles d'au moins cinq ventes). Le point marque le minimum de l'erreur de validation. Plus les arbres sont profonds, plus tôt le modèle surapprend ; aucune courbe n'atteint l'erreur du modèle hédonique de référence (pointillé). 1123

37.3 Distribution des erreurs de prédiction hors échantillon (en pourcentage du prix observé) des cinq modèles, pour les trois schémas de validation ; le COD figure au-dessus de chaque boîte. Les boîtes s'élargissent de l'hédonique à l'arbre ; en validation prospective, les médianes des modèles d'arbres glissent sous zéro parce qu'ils ne prolongent pas la tendance du marché. 1131

37.4 Prix prédit hors échantillon (plis aléatoires, correction de Duan) contre prix observé pour l'hédonique de référence, la forêt aléatoire et le gradient boosting, avec la diagonale et les bandes à ±18 %. Le nuage de la forêt est le plus large et s'incurve aux extrémités, signe de la compression des prédictions vers la moyenne que mesure son PRB. 1132

37.5 Valeurs SHAP (TreeSHAP) des 600 ventes pour le gradient boosting estimé sur l'ensemble du jeu, onze variables les plus importantes, classées par la moyenne de $|\phi|$ (colonne de droite, en points de pourcentage du logarithme) ; chaque point est une vente, colorée selon la valeur de la variable. La superficie domine ; la longitude et la distance au centre ont absorbé les primes de secteur, dont les indicatrices n'apparaissent pas. 1133

37.6 Dépendance partielle du logarithme du prix, centrée, selon la superficie habitable (gauche) et l'âge (centre) pour l'hédonique de référence, la forêt aléatoire, le gradient boosting et la loi de génération ; à droite, l'âge dans le scénario non linéaire de la section 37.6, où la loi contient un « mur » de −10 % entre 25 et 45 ans et une prime de +12 % pour les maisons de qualité élevée de plus de 40 ans : le boosting suit la rupture, le polynôme hédonique ne le peut pas. Les traits sous les courbes marquent les vingtiles de la distribution observée. 1134

37.7 Cascade SHAP de la prédiction du sujet du cas 1 par le gradient boosting, en dollars : depuis la vente moyenne du jeu (base, 476 010 $), chaque variable multiplie le prix par $\exp(\phi_j)$; la date d'évaluation et la superficie expliquent l'essentiel de l'écart, le terrain plus petit que la moyenne retranche 1,3 %. La prédiction brute, 604 595 $, reçoit ensuite le facteur de Duan. 1134

38.1 La chaîne des opérations SIG en évaluation : des couches sources harmonisées dans un même système de référence aux variables du modèle hédonique et aux cartes, chaque étape étant documentée. Les cinq opérations élémentaires sont détaillées au tableau 38.3. 1151

38.2 Les 600 ventes du cas 1 projetées en NAD83 / MTM zone 9, avec les géométries fictives du chapitre : cours d'eau et ses deux classes d'exposition (tampons de 350 et 900 m), corridor de transport et son tampon de 300 m, pôles de l'indice d'accessibilité et sujet. Les ventes tombant dans les classes A et B sont distinguées. Aucune de ces géométries ne correspond à un objet réel. 1163

38.3 Cartes choroplèthes par cellule hexagonale des 600 ventes du cas 1 (coordonnées synthétiques). (a)–(c) Médiane du prix au mètre carré habitable des 30 cellules d'au moins cinq ventes, classée en cinq classes par intervalles égaux, par quantiles et par ruptures naturelles de Fisher–Jenks, palette séquentielle ; les cellules de moins de cinq ventes sont hachurées. (d) Résidu moyen du modèle hédonique de référence par cellule, palette divergente centrée sur zéro : aucune structure spatiale ne subsiste. 1165

38.4 Faux positifs spatiaux sur les 600 ventes du cas 1. (a) Distribution des statistiques t (erreurs-types classiques) de l'indicatrice de 346 disques aléatoires de 1 km sans aucun effet, pour le modèle de référence et le modèle sans indicatrices de secteur, avec la densité normale centrée réduite ; (b) part des coefficients significatifs à 5 % selon le rayon du disque et la spécification. Avec la localisation correctement spécifiée, la part reste au voisinage du seuil nominal ; sans elle, les zones aléatoires paraissent significatives dans un à trois cas sur quatre. 1168

38.5 Le portefeuille du cas 4 (48 immeubles fictifs). (a) Position des immeubles en NAD83 / Québec Lambert, taille proportionnelle à la valeur 2026 ; les trois immeubles en zone inondable et les deux immeubles au sol contaminé sont cerclés. (b) Part de la valeur de chaque RMR située en zone inondable : 6,7 % de la valeur du portefeuille, concentrée sur un immeuble de Québec. 1170

38.6 Coefficient de l'indicatrice « à moins de r mètres du corridor fictif » dans le modèle hédonique du cas 1 selon le rayon r, avec intervalles de confiance à 95 % (HC1), pour le modèle de référence et le modèle sans indicatrices de secteur ; le nombre de ventes dans le tampon figure en haut. L'effet vrai est nul : la précision croît avec le rayon, et le modèle sans secteur fabrique une décote significative aux grands rayons. 1172

39.1 Densités marginales a posteriori de six paramètres du modèle conjugué (a priori de référence, 600 ventes) : lois de Student à 584 degrés de liberté, indiscernables de normales. Le point et sa barre donnent l'estimation MCO avec ±1,96 erreur-type HC1 ; la ligne tiretée, le paramètre de génération. Les deux lectures coïncident numériquement ; seule leur interprétation diffère. 1196

39.2 Distribution prédictive a posteriori du prix du sujet : densité des 8 000 tirages du modèle hiérarchique (aire, avec les intervalles de crédibilité à 90 et 95 % en teintes plus foncées), prédictive de Student du modèle conjugué (tirets) et bornes de l'intervalle de prédiction fréquentiste à 95 % du chapitre 18 (traits mixtes). Les trois approches donnent le même intervalle ; la lecture bayésienne autorise à l'énoncer comme une probabilité. 1197

39.3 Postérieures de l'élasticité de la superficie et de l'échelon de qualité sur les 40 ventes du petit marché, sous l'a priori de référence (courbe large) et sous l'a priori emprunté au marché voisin pour trois degrés de défiance κ ; la courbe grise est la postérieure des 600 ventes et la ligne tiretée le paramètre de génération. À $\kappa = 1$ l'a priori domine ; à $\kappa = 16$ les quarante ventes reprennent la main. 1198

39.4 Traces des quatre chaînes (mille premières itérations conservées) pour l'effet de Masson-Angers relatif à Hull et pour le coefficient de la distance au centre. En haut, l'échantillonneur un paramètre à la fois : les chaînes dérivent lentement et séparément, $\hat{R}$ dépasse 1,06 et l'ESS est inférieur à cent. En bas, le Gibbs par blocs : les chaînes se mêlent immédiatement. La corrélation a posteriori entre la distance et les niveaux des secteurs périphériques est la cause du mélange lent. 1200

39.5 À gauche, l'effet de Masson-Angers relatif à Hull selon le nombre de ventes conservées : effet fixe avec son intervalle à 95 % et effet aléatoire avec son intervalle de crédibilité, paramètre de génération (tirets) et moyenne des secteurs (pointillés). L'effet aléatoire est tiré vers la moyenne commune, d'autant plus que les ventes sont rares. À droite, le facteur de rétrécissement B_s de l'équation (39.8) selon n_s pour trois valeurs de τ, avec les points de l'expérience : plus les secteurs se ressemblent, plus le rétrécissement est fort. 1201

40.1 Distribution de la valeur du cas 3 sur 10 000 tirages : histogramme avec les quantiles 5, 50 et 95 % et la valeur déterministe (à gauche) ; fonction de répartition empirique, queue à 5 % colorée et probabilité que la valeur soit inférieure à l'indication par capitalisation directe (à droite). L'asymétrie à droite est l'effet de convexité de la valeur dans les taux. 1218

40.2 Convergence de la simulation du cas 3. À gauche, quantiles cumulés d'une suite de 100 000 tirages (graine 20261031) ; les losanges marquent les valeurs de la simulation de 10 000 tirages du traité, légèrement défavorable. À droite, écart-type empirique des estimateurs sur 40 répétitions selon N, en coordonnées logarithmiques, avec la droite de pente $-1/2$. 1221

40.3 Hypercube latin. À gauche et au centre, douze points dans le carré unité par échantillonnage simple puis par hypercube latin : chaque ligne et chaque colonne de la grille contient exactement un point dans le second cas. À droite, rapport des variances des estimateurs (échantillonnage simple sur hypercube latin, $N = 1\,000$, 100 répétitions) pour le cas 3 : le gain est massif pour la moyenne, modeste pour les quantiles. 1224

40.4 Trajectoires simulées du ratio de couverture de la dette du cas 3 sur dix ans : médiane, bandes à 50 et 90 %, douze trajectoires individuelles ; prêt de base pendant le terme de cinq ans, puis renouvellement du solde à +200 points de base. Le covenant de 1,20 est franchi une fois sur deux la première année ; le seuil de 1,00 n'est jamais approché. 1228

40.5 Sensibilité globale de la valeur du cas 3 : indices de Sobol totaux et de premier ordre, carré de la corrélation de rang de Spearman, et part de la tornade (amplitude au carré normalisée) pour les sept intrants. Les trois mesures s'accordent : le niveau des taux explique plus de la moitié de la variance, les trois premiers intrants en expliquent plus de 90 %. 1232

40.6 Nuages de 3 000 tirages de la valeur du cas 3 contre le taux d'actualisation (à gauche) et contre le taux terminal (à droite), avec la médiane conditionnelle par vingtiles. La relation est quasi linéaire et négative ; la dispersion autour de la médiane conditionnelle est la part de variance due aux autres intrants. 1233

40.7 Fonction de répartition de la valeur du portefeuille du cas 4 à un an sous trois structures de corrélation entre immeubles ; la valeur déterministe est le trait tireté et la ligne pointillée marque le niveau 5 %. La corrélation régionale multiplie par trois l'écart-type par rapport à l'indépendance ; la corrélation parfaite le multiplie par cinq. 1237

41.1 L'arbre de décision de la plus haute et meilleure utilisation. Les trois premiers tests filtrent les usages candidats dans un ordre qui va du moins coûteux au plus coûteux à vérifier ; le quatrième désigne l'usage retenu. Pour un bien amélioré, la conclusion compare la valeur dans l'usage actuel à la valeur du terrain sous son meilleur usage, nette de la démolition. 1249

41.2 Valeur résiduelle du terrain de 620 m² selon le nombre de logements du programme, convention du promoteur-marchand, pour trois niveaux de prix des unités neuves. À prix de base, aucun usage de promoteur n'atteint le prix des terrains unifamiliaux par comparaison (tireté), alors que la maison neuve bâtie sur commande (carré) s'en approche ; une hausse de 15 % des prix porterait les plex au-dessus. Le quadruplex (grisé) échoue au test légal. 1264

41.3 L'arbre binomial à deux périodes de cinq ans pour l'option de redéveloppement en triplex du terrain du cas 1 ($u = 1{,}2506$, $d = 0{,}7996$, facteur d'actualisation 0,9057 par période). Un seul nœud terminal est dans la monnaie ; la valeur de l'option à la date d'évaluation est $0{,}1915^2 \times 0{,}9057^2 \times 94\,322 = 2\,837$ \$, soit 0,47 % de la valeur en usage. 1265

41.4 Valeur résiduelle du terrain pour le triplex (convention du promoteur) selon la variation du prix des unités neuves et du coût de construction. Les isovaleurs sont des droites ; celle du prix des terrains unifamiliaux par comparaison (tireté) est proche du cas de base, celle de la démolition rentable (trait plein, $V_L = 600\,000$ \$) exige une hausse des prix d'environ 45 % à coûts constants. 1268

41.5 (a) Prime de l'option de redéveloppement en triplex selon la volatilité du prix des unités, pour trois valeurs de la maison en usage : la prime croît avec la volatilité et décroît avec la contribution du bâtiment. (b) Frontière d'exercice au premier nœud de décision, rapportée au produit de vente actuel, et seuil de la règle de la valeur actuelle nette : la zone entre les deux est celle où le projet est rentable mais où attendre vaut davantage. 1269

42.1 Prix médians des copropriétés et des unifamiliales vendues par l'entremise du système Centris au troisième trimestre de 2026, par territoire, avec la variation annuelle de la médiane des copropriétés et le rapport entre les deux médianes. La copropriété se vend entre 59 % (île de Montréal) et 80 % (province) du prix de l'unifamiliale, l'écart étant d'autant plus grand que le marché est cher. 1279

42.2 Pour chacune des huit fractions de l'immeuble fictif, les charges annuelles normalisées (charges courantes, cotisation de seuil au fonds de prévoyance, fonds d'auto assurance, stationnement à usage restreint) et la part d'une cotisation spéciale unique égale au déficit de capitalisation de 150 908 $, répartie selon la quote-part. La cotisation spéciale représente deux années de charges pour chaque fraction ; sa part est plus élevée pour les grandes fractions bien situées, dont la quote-part est plus forte. 1287

42.3 Décomposition des ajustements des cinq comparables fictifs de la fraction F4 : du prix observé (cercle) au prix ajusté (losange), les ajustements positifs s'empilent vers la droite et les ajustements négatifs, en teinte pâle, vers la gauche. Les deux ventes du même immeuble exigent peu d'ajustements ; les ventes d'immeubles concurrents font apparaître les ajustements de charges et de syndicat, souvent de sens contraires. 1290

42.4 Valeur de conversion de l'immeuble fictif selon la rotation annuelle des locataires, pour trois décotes de vente occupée, comparée à la valeur en bloc (ligne tiretée) et à la stratégie de vente occupée dès la première année (losanges). Plus la rotation est lente, plus l'attente coûte et plus la prime de conversion s'amenuise ; en deçà d'une rotation de 4 à 7 % selon la décote, la conversion détruit de la valeur par rapport à la détention en bloc. 1302

43.1 Les quatre classes d'exposition du cadre québécois des zones inondables (en vigueur depuis le 1er mars 2026) et leurs conséquences pour une résidence. La classe résulte du croisement de la probabilité d'inondation sur 25 ans et de la profondeur d'eau attendue ; les règles détaillées par classe (seuils de dommages, immunisation) sont dans le règlement, non résumées ici. 1313

43.2 Carte schématique des 48 immeubles du cas 4, par région métropolitaine (coordonnées fictives, taille proportionnelle à la valeur de 2026). Les trois immeubles en zone inondable (P36, P41, P43) et les deux immeubles sur sol contaminé (P20, P21) sont mis en évidence ; ils représentent 6,7 % et 3,5 % de la valeur du portefeuille. 1318

43.3 (a) Les 625 lots de Rivière-Fictive : classes d'exposition le long de la rivière, lots riverains du lac (aménité sans exposition). (b) Logarithme du prix net des attributs physiques et de la tendance, écart moyen aux lots hors zone sans vue, par classe, avant et après l'inondation de mai 2019, avec intervalles à 95 %. La décote croît avec la classe et s'aggrave après l'événement ; les classes faible et modérée se distinguent mal. 1328

43.4 (a) Les sept estimations du tableau 43.5 avec leurs intervalles à 95 % et, en trait vertical noir, la vérité du générateur pour la cible de chacune : les méthodes qui ne contrôlent pas l'aménité ou qui imposent une décote unique sous-estiment la décote ; la double différence retrouve le stigmate. (b) Décotes par classe avant l'inondation et stigmates (classe × après) du modèle à interactions, estimés et déclarés. 1329

43.5 (a) Logarithme du revenu net moyen des trois immeubles traités et des 45 témoins du cas 4, centré sur 2019T1 ; en tireté, la trajectoire des traités sans le choc (vérité du générateur). (b) Étude d'événement avec effets fixes d'immeuble et de région × trimestre, intervalles à 95 % en grappes par immeuble ; en tireté, le choc déclaré. La chute transitoire est retrouvée avec précision ; l'effet permanent est estimé entre −0,03 et −0,09 selon le trimestre, autour d'une vérité de −0,05. 1330

43.6 Inférence de randomisation exacte pour le DiD du cas 4 : distribution des 17 296 estimateurs placebo obtenus en affectant le traitement à chaque combinaison de trois immeubles parmi 48, estimateur observé (trait plein, et son opposé en pointillé) et vérité (tireté). (a) Estimateur 2×2 naïf : $p = 0{,}005$; (b) estimateur par strate de RMR : $p = 0{,}024$. 1332

44.1 Fourchettes de la prime verte publiées par les études du tableau 44.3 (segments : du résultat le plus bas au plus élevé rapporté ; point : estimation centrale lorsqu'elle existe), et, en repères verticaux, deux grandeurs calculées pour le sujet du cas 1 à la section 44.5 : la valeur actuelle des économies des deux mesures énergétiques et leur coût installé, rapportés à la valeur hédonique du sujet. Les primes observées dans les marchés étudiés dépassent largement ce que la capitalisation des économies justifie au tarif québécois. 1347

44.2 Frise des dates qui structurent la rénovation énergétique résidentielle au Québec, 2021–2027 : interdictions du mazout, nouveau Code et sa transition, fermeture des programmes fédéraux et de Chauffez vert, refonte de Rénoclimat. LogisVert (Hydro-Québec) et Novoclimat sont actifs sur toute la période récente. 1351

44.3 Flux annuels des deux mesures énergétiques du sujet du cas 1 : coût net à l'année 0, économies croissantes de 3,0 % par année et cumul actualisé à 4,58 %. (a) La thermopompe climat froid, installée avant terme, ne récupère pas son coût net en quinze ans. (b) L'isolation de l'entretoit atteint l'équilibre actualisé la vingt-huitième année et dégage une VAN légèrement positive sur la vie restante du bâtiment. 1358

44.4 VAN (en milliers de dollars) des deux mesures selon le taux d'actualisation (lignes) et la croissance annuelle du prix de l'électricité (colonnes). (a) La thermopompe installée avant terme reste déficitaire dans toute la grille, de −9,4 k$ à −4,6 k$; aucune combinaison plausible ne la rend rentable. (b) L'isolation bascule du négatif au positif le long de la courbe noire : à 4,58 %, il faut une croissance du prix d'au moins 3 % ; à 2 %, elle est rentable même à prix constant. 1359

44.5 (a) Les quatre lectures du tableau 44.8 pour la thermopompe : la valeur actuelle des économies est le tiers du coût installé, et les primes vertes de la littérature, appliquées à la valeur du sujet, en sont un multiple. (b) Écarts de prix des 30 paires de ventes du cas 1 qui ne diffèrent, à des tolérances déclarées près, que par un échelon de qualité (4 contre 3) : médiane 5,8 %, moyenne 4,65 % avec un intervalle à 95 % de −0,2 à 9,5 %, et prix implicite hédonique de 6,3 %. La dispersion des paires illustre la supériorité de la régression pour isoler un attribut dans un marché hétérogène. 1361

45.1 Carte des seize candidats de l'entonnoir du chapitre 16 autour du sujet (projection locale en kilomètres), les cinq comparables retenus en couleur pleine avec leur prix de vente ; les cercles marquent 1,5 et 3 km. Les coordonnées sont synthétiques. 1383

45.2 Cascade des ajustements pour chaque comparable : prix de vente (gauche), ajustements empilés par élément à partir du prix de vente (centre, positifs vers le haut, négatifs vers le bas), prix ajusté (droite) ; lignes horizontales : valeur pondérée par comparaison et prédiction hédonique du sujet. Sous chaque comparable, l'ajustement brut et le poids inverse du brut. 1385

45.3 (a) Profil de dépréciation par composante selon la fiche d'inspection du chapitre 11 : coût neuf de chaque composante (clair) et dépréciation ventilée (foncé), dont le total de 221 090 $ est écarté ; (b) décomposition de l'indication par le coût retenue : terrain, coût neuf, dépréciation extraite du marché à 28 ans, désuétude fonctionnelle de la salle d'eau, valeur. 1389

45.4 Indications de valeur et leur écart-type attribué (points et barres), intervalles de confiance et de prédiction du modèle hédonique (trait épais et trait fin), combinaison raisonnée, valeur la plus probable (trait vertical), fourchette de valeur conclue (bande claire) et bande bootstrap à 90 % de la combinaison (bande foncée) ; en pointillé, la valeur au rôle fictif et la valeur réelle au 1er juillet 2024 du chapitre 9. 1394

45.5 (a) Paiement mensuel au taux du contrat et au taux admissible minimal selon la mise de fonds et l'amortissement, avec la prime d'assurance ajoutée au prêt ; (b) paiement au renouvellement du terme de cinq ans selon la hausse du taux, comparé au paiement de qualification initial. 1399

46.1 À gauche, loyer contractuel et loyer de marché estimé des trois logements du triplex : l'écart, inscrit au-dessus de chaque paire, est nul pour le logement reloué en 2025 et atteint 26,8 % pour le rez-de-chaussée occupé depuis 2019. À droite, l'écart en fonction de l'ancienneté du bail, comparé à la décote de 1,5 % par année incorporée aux ventes synthétiques et à celle de 2 % du cas 3 : les deux baux anciens du sujet sont plus sous le marché que ces lois moyennes ne le prédisent, ce qui en fait un immeuble dont le potentiel de rattrapage est supérieur à celui de la vente médiane. 1415

46.2 Cascade des ajustements du comparable Q0243, du prix par logement payé le 24 juillet 2026 au prix ajusté : les conditions du marché ajoutent 0,8 % pour cinq semaines, la superficie par logement et l'âge, plus favorables au sujet, ajoutent respectivement 13 306 $ et 25 699 $, l'état et le stationnement sont identiques, le niveau de loyer de marché ajoute 1 217 $ et le loyer relatif n'est pas ajusté ; l'ajustement brut est de 12,6 %, le plus faible des cinq, ce qui vaut à ce comparable le poids le plus élevé. 1425

46.3 À gauche, distribution du multiplicateur du revenu brut des soixante-sept triplex de l'échantillon et des vingt-huit triplex de Limoilou, avec les cinq comparables (traits pleins), la médiane de l'échantillon (pointillé) et le multiplicateur implicite de la valeur conclue (tireté) : les comparables retenus se vendent à des multiplicateurs supérieurs à la médiane parce qu'ils sont récents, en bon état et sous-loués. À droite, le multiplicateur des triplex en fonction du loyer relatif, avec la droite estimée au chapitre 32 et le loyer relatif du sujet : plus les loyers sont sous le marché, plus le multiplicateur est élevé, mais la relation est lâche. 1427

46.4 Coût économique mensuel d'occupation du rez-de-chaussée, hors remboursement de capital, selon le taux hypothécaire et la mise de fonds, comparé au loyer de marché du logement occupé : la pente est d'environ 680 $ par mois par point de taux, les trois courbes assurées sont presque confondues, et la mise de fonds de vingt pour cent, financée à un taux non assuré plus élevé, coûte davantage que la mise minimale à tous les niveaux de taux. . . 1435

46.5 Indications de valeur du triplex par méthode, avec leur étendue (trait) et leur poids, repères du chapitre 32 et des 127 ventes brutes, contrôle par le coût et valeur au rôle : la valeur conclue de 920 000 $ et sa fourchette (bande) se situent entre les deux indications par comparaison et au-dessus de la capitalisation, et le coût déprécié, même à ses hypothèses les plus favorables, reste très en deçà du marché. 1437

47.1 Loyer contractuel et loyer de marché estimé pour chacun des douze logements ; l'écart relatif, inscrit au-dessus de chaque paire, croît avec l'ancienneté du bail et atteint 30,5 % pour le logement 103 occupé depuis 2008. . . 1456

47.2 Structure des dépenses normalisées de première année, par poste et par nature (fixes, variables et gestion imputée, réserve) ; le trait vertical indique le montant historique 2025 de chaque poste, ce qui fait ressortir la baisse des taxes recalculées au taux général et l'ajout de la gestion imputée. 1461

47.3 Taux globaux extraits des quarante ventes selon le nombre de logements et l'état ; la bande grise est l'intervalle interquartile, le trait pointillé la médiane retenue pour le sujet, repéré par le losange à douze logements. Les grands immeubles du Plateau et d'Ahuntsic tirent le bas de la distribution. 1464

47.4 Revenu net, dépenses en capital et flux avant dette de la projection sur dix ans ; la ligne tiretée est le service annuel de la dette du prêt dimensionné au ratio de couverture de 1,20. Les années de travaux (toiture en 2027, balcons en 2029, cuisines en 2032) font passer le flux avant dette sous le service de la dette. 1468

47.5 Ratio de couverture de la dette par année de projection : pendant le premier terme, le ratio part du seuil de 1,20 et monte avec le revenu net ; au renouvellement de l'année 6, une hausse de 300 points de base le ramène tout juste au-dessus de 1,20. 1474

47.6 Distribution de la valeur sur 10 000 tirages : quantiles 5 %, 50 % et 95 % (traits tiretés), valeur DCF déterministe et indication par capitalisation directe. La distribution est asymétrique à droite, effet de la convexité de la valeur dans les taux. 1477

47.7 Diagramme en tornade : valeur DCF lorsque chaque intrant est porté, seul, à son quantile 10 % puis 90 %, les autres restant à la base (trait vertical, 2 208 566 $). Les taux dominent ; la rotation et les dépenses en capital sont des risques de second ordre pour la valeur. 1479

48.1 Carte schématique des six régions métropolitaines du portefeuille : la surface des cercles est proportionnelle à la valeur agrégée des immeubles de la région, les points situent chaque immeuble (surface proportionnelle au nombre de logements), les anneaux signalent les trois immeubles en zone inondable et les deux immeubles dont le sol est contaminé. Montréal concentre 45,5 % de la valeur ; Saguenay, 2,3 %. 1495

48.2 Valeur 2026 par logement (gauche ; barres = valeur agrégée sur logements de la région, ratio prêt-valeur inscrit à la base, trait pointillé = portefeuille) et taux global par région (droite ; points = immeubles, trait vertical = étendue, barre horizontale = taux pondéré, rectangles gris = fourchettes CBRE du troisième trimestre 2026 pour la faible hauteur de catégorie B à Montréal et à Québec). Les régions se distinguent par leur taux autant que par leur niveau de loyer. 1496

48.3 Taux retenus dans les évaluations individuelles (points pleins) et taux prédits par le modèle de masse (cercles) pour chaque immeuble, par région (gauche) ; distribution des résidus du modèle en points de base au taux pondéré du portefeuille (droite). Les écarts individuels atteignent 70 points de base (P25), mais ils se compensent à l'échelle de la région et du portefeuille. 1504

48.4 Revenu net trimestriel agrégé par région et pour le portefeuille, en indice (2016T1 = 100) ; la bande grise marque le choc commun de la pandémie (2020T2 à 2021T2). Gatineau croît le plus vite et Saguenay le plus lentement ; l'agrégat du portefeuille est plus lisse que chacune de ses régions. 1506

48.5 Échéancier de la dette par région (gauche) et ratio de couverture agrégé des prêts de chaque échéance après renouvellement au taux initial, majoré de 100 et de 200 points de base, le revenu net de 2026 étant maintenu constant (droite). Les échéances de 2027 et 2028 concentrent 61 % de la dette et portent les ratios les plus faibles. 1512
48.6 Distribution de la valeur simulée du portefeuille sous trois régimes de dépendance entre immeubles : indépendance, corrélation déclarée (régime retenu, en aplat) et corrélation parfaite. Les traits tiretés marquent les quantiles 5 % et 95 % du régime retenu ; le trait plein, la somme des indications individuelles. La dispersion du portefeuille dépend presque entièrement de la dépendance supposée, non de la dispersion des immeubles. 1517
48.7 Frontière rendement-risque des six régions (sans vente à découvert), positions des régions, du portefeuille actuel, du portefeuille de variance minimale et des deux portefeuilles qui dominent l'actuel. Les risques régionaux sont presque égaux et fortement corrélés : la frontière est étroite en risque et c'est le rendement attendu, c'est-à-dire surtout la croissance régionale, qui distingue les allocations. 1521

Liste des tableaux

1.1 Prix, valeur et coût : trois notions à ne jamais confondre 6
1.2 Les quatre facteurs de la valeur et leur traduction opérationnelle 8
1.3 Illustration hypothétique du principe de la plus haute et meilleure utilisation : valeur résiduelle d'un même terrain selon trois usages (chiffres déclarés, non calibrés) 11
1.4 Les sept principes d'évaluation, leurs implications méthodologiques et leur illustration dans le cas 1 (données synthétiques) 11
1.5 Prix implicites du modèle hédonique de référence du cas 1 et contributions à la valeur estimée du sujet (données synthétiques) 14
1.6 Effet du coût de détention du vendeur sur le prix de réserve, le délai et le prix de vente (simulation étiquetée, 10 000 vendeurs par ligne) 20
1.7 La valeur du sujet du cas 1 : mesures de tendance centrale, intervalle, et comparaison avec les prix observés (données synthétiques) 22
1.8 Sensibilité à la dispersion σ des prix à caractéristiques données 23

2.1 Modalités et démembrements du droit de propriété : caractères utiles à l'évaluation 36
2.2 Définitions comparées de la valeur marchande et de la valeur réelle (textes en vigueur au 31 octobre 2026) 43
2.3 Bases de valeur rencontrées en évaluation résidentielle et multirésidentielle au Québec 46
2.4 État locatif du cas 3 : loyers contractuels, loyers de marché et écarts par logement (données synthétiques, au 1er septembre 2026) 50
2.5 Décomposition de la pleine propriété du cas 3 entre le droit du locateur et les droits des locataires (flux actualisés à 7,25 %, données synthétiques) . . 51
2.6 Sensibilité de la décomposition du cas 3 à la rotation des locataires et au taux d'actualisation (données synthétiques) 52
2.7 Hypothèses, réserves et hypothèses extraordinaires : vocabulaire des NPP de l'OEAQ et des CUSPAP 2026 54
2.8 Les dates d'une évaluation et leur rôle 56

3.1 Statique comparative du marché type : réaction de court terme (stock fixe) et équilibre de long terme 68
3.2 Déterminants de l'élasticité de l'offre de logements et paramètre du modèle qu'ils affectent 70

3.3 Sensibilité du cycle simulé au délai de livraison L (trimestres) et à la réactivité de l'offre κ ($\lambda = 0{,}75$) : pointe et creux du loyer en écart à son niveau stationnaire final, inoccupation maximale v, mises en chantier maximales C (logements par an), période (trimestres) et amortissement 74
3.4 Logements mis en chantier au Québec par type d'unité, années choisies (toutes régions) 77
3.5 Trajectoire du taux cible du financement à un jour de la Banque du Canada, 2020-2026 (dates d'effet dans la série Valet, lendemain de l'annonce) 77
3.6 Taux de coût d'usage et ratio prix/loyer implicite au Québec à six dates (taux hypothécaire affiché 5 ans ; τ = 0,825 %, δ = 2,5 %) 79
3.7 Sensibilité du ratio prix/loyer implicite au taux d'intérêt et à la plus-value anticipée (τ = 0,825 %, δ = 2,5 %) 82
3.8 Ventes, inscriptions en vigueur et mois d'inventaire, troisième trimestre de 2026, propriétés résidentielles vendues par courtier 83

4.1 Ménages privés selon le type de construction résidentielle, Québec et Canada, Recensement de 2021 : nombre, part des ménages et taux de propriété. . . . 91
4.2 Indicateurs par RMR : population, croissance, parc locatif, prix médians, conjoncture et loyers. Chaque colonne indique sa source et sa période ; les chiffres de l'APCIQ sont cités avec attribution et ne constituent pas une reproduction de ses tableaux. 96
4.3 Sources de mesure des prix et des loyers résidentiels au Québec : objet mesuré, périmètre, périodicité, conditions d'utilisation. 97
4.4 Logements mis en chantier au Québec, toutes les régions, par type, années choisies (unités) et part des appartements et autres logements collectifs. . . 100
4.5 Droits sur les mutations immobilières 2026 selon le barème et la base d'imposition : droit en dollars et taux effectif. 108
4.6 Acteurs du marché résidentiel québécois, cadre juridique et données qu'ils produisent ou détiennent. 111
4.7 Sensibilité du prix soutenable au taux hypothécaire : prêt amorti sur 25 ans, mise de fonds de 20 %, paiement constant de 2 130 $ par mois, soit le paiement d'un prix de 500 000 $ au taux de 4,12 %. 114

5.1 Quatre lectures de la rente foncière et leur portée pour l'évaluation 124
5.2 Simulation du modèle monocentrique : paramètres déclarés et grandeurs calculées. Les paramètres sont des hypothèses pédagogiques d'ordre de grandeur, non des estimations. 127
5.3 Cas 1 : ventes par tranche de distance au centre de référence (données synthétiques). Prix et superficies médians ; le secteur dominant est le plus fréquent dans la tranche. 137
5.4 Cas 1 : le gradient prix-distance selon la spécification (données synthétiques). Coefficients de la distance en pourcentage par kilomètre, erreurs-types robustes (HC1) entre parenthèses ; les spécifications contrôlées incluent les caractéristiques du modèle de référence sans indicatrices de secteur. 138
5.5 Cas 4 : valeur par logement par région métropolitaine et décomposition de l'écart avec Montréal (données synthétiques, 48 immeubles, 2026). Écarts en logarithme : $\Delta \ln(V/n) = \Delta \ln(RNE/n) - \Delta \ln R$. 139

5.6 Taux de taxe foncière résidentielle 2026 des trois villes des cas, par 100 $ d'évaluation, et statut de vérification. 142
5.7 Sensibilité de la perte de valeur ($) à un écart de taux de taxe foncière, pour une propriété de 500 000 $, selon le taux de capitalisation (approximation $-\Delta T/i$, capitalisation complète). Multiplier par κ pour une capitalisation partielle ; diviser par $(i+\tau_1)/i$ pour la formule exacte. 143

6.1 Dispositions du Code civil du Québec et des lois connexes mobilisées dans ce chapitre, et leur effet sur l'évaluation (sélection) 154
6.2 Modalités et démembrements du droit de propriété : régime juridique et conséquences pour l'évaluation 158
6.3 Mentions de la vente et lecture du comparable par l'évaluateur 166
6.4 Coûts de transaction et de recherche documentaire liés aux droits réels (Québec, 2026) 172
6.5 Usufruit viager sur la maison du cas 1 selon l'âge de l'usufruitier ($V = 638\,000$ $, $r = 5$ %, $g = 1{,}5$ %, table synthétique) 174
6.6 Partage de la valeur d'un immeuble locatif (RNE_1 du cas 3, $r = 7$ %, $g = 2{,}5$ %, rente de 30 000 $) entre l'emphytéote et le propriétaire selon la durée restante 174
6.7 Part de la nue-propriété (NP_x/V, en %) selon l'âge de l'usufruitier et le taux d'actualisation ($g = 1{,}5$ %, table synthétique) 176

7.1 Principaux tarifs du Registre foncier et du cadastre applicables à la recherche documentaire (grille en vigueur à compter du 1er avril 2025 ; copies cadastrales du territoire non rénové au 1er janvier 2026) 188
7.2 Éléments du certificat de localisation (RLRQ, c. A-23, r. 10, art. 9 et 13) et usage qu'en fait l'évaluateur 190
7.3 Familles de servitudes rencontrées en résidentiel, sens de l'effet sur la valeur et méthode de mesure (illustration synthétique, aucune statistique de marché) 193
7.4 Douze paires de ventes synthétiques : prix de l'immeuble libre, prix de l'immeuble grevé d'une servitude de passage, différence et rapport 196
7.5 Valeur relative et quote-part des huit fractions de l'immeuble fictif selon la méthode déclarée (superficie × coefficient d'étage × coefficient d'orientation) 202
7.6 Répartition des charges annuelles de l'immeuble fictif (dollars de 2026) : charges communes générales selon la quote-part et entretien des stationnements à usage restreint à parts égales entre leurs quatre usagers 202
7.7 Chronologie des principales obligations de la copropriété divise utiles à l'évaluateur (état au 31 octobre 2026) 204
7.8 Plan de réparations majeures de l'immeuble fictif sur vingt-cinq ans : coût actuel, années prévues et coût indexé à 2,5 % par année 208
7.9 Sensibilité de la cotisation de seuil A_1^* (dollars de l'an 1, indexée) au taux de hausse des coûts π et au rendement du fonds r, plancher nul 210

8.1 Les instruments d'urbanisme et ce que l'évaluateur y cherche 222
8.2 Dispositions de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme les plus pertinentes pour l'évaluation résidentielle (texte à jour au 15 octobre 2026) 225
8.3 Les quatre voies de l'écart à la règle, comparées 230

8.4 Dispositions de la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles pertinentes pour l'évaluation résidentielle (texte à jour au 15 octobre 2026) 234
8.5 Extrait de la grille des usages et des normes de Val-Fictif (fictive) pour les zones H1 et H2 . . . 238
8.6 Effet du rezonage H1 → H2 estimé par ventes appariées et par doubles différences (données synthétiques) . . . 239
8.7 Valeur résiduelle du terrain de l'exemple pour un quadruplex et prime d'option (hypothèses fictives) . . . 241
8.8 Valeur du surplus de revenu d'un duplex dérogatoire ($\Delta RNE = 3\,300\,\$$, $R = 5{,}5\ \%$) selon le taux de risque d'extinction des droits acquis . . . 242
8.9 Prime espérée du rezonage ($) pour la maison de l'exemple, selon la probabilité p et le délai T du changement ($r = 8\ \%$, prime certaine et immédiate : 86 255 $) . . . 243

9.1 Rôles d'évaluation en vigueur dans les trois villes des dossiers de cas (état au 31 octobre 2026) . . . 255
9.2 Seuils d'uniformité du Standard on Ratio Studies de l'IAAO (2013) et normes québécoises correspondantes . . . 262
9.3 Taux de la taxe foncière 2026 et de la taxe scolaire 2026-2027 dans les trois villes des dossiers de cas, par 100 $ d'évaluation . . . 264
9.4 Barèmes 2026 des droits sur les mutations immobilières . . . 265
9.5 Frais de la demande de révision et du recours au Tribunal administratif du Québec en 2026, selon la valeur inscrite au rôle . . . 266
9.6 Échéancier des recours pour un rôle dont la référence est le 1er juillet 2024 (rôle fictif du cas 1, exercices 2026-2028) et pour le rôle 2027-2029 de Gatineau 267
9.7 Étude de ratios du rôle fictif 2026-2028 sur les 600 ventes du cas 1 (données synthétiques) . . . 273
9.8 Comparables du sujet du cas 1 à la date de référence du 1er juillet 2024 et ajustements dérivés du modèle hédonique (données synthétiques) . . . 275
9.9 Les deux dossiers de contestation du cas 1 en regard (données synthétiques ; taux de Gatineau 2026, secteur de Hull, unité de voisinage au taux médian) 275
9.10 Sensibilité du gain net triennal de l'acheteur de G0258 à la valeur réelle conclue et au taux de l'unité de voisinage (données synthétiques, $) . . . 278

10.1 Règlements de l'OEAQ encadrant la pratique (RLRQ, c. C-26) et dispositions clés . . . 288
10.2 Structure des Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (édition en vigueur depuis le 1er février 2024) . . . 290
10.3 Les trois formes de rapport écrit selon la norme 2 des NPP . . . 292
10.4 Grille de contenu du rapport écrit : les douze éléments de la règle 2.3 et leur correspondance avec la règle 1.2 . . . 293
10.5 Situations déontologiques typiques et conduite prescrite par le Code de déontologie des évaluateurs agréés . . . 298
10.6 Comparaison des cadres normatifs (état au 31 octobre 2026) . . . 302
10.7 Statistiques descriptives de la matrice des dispositions du domaine C (`sources/normes-C.csv`, 100 dispositions vérifiées le 31 octobre 2026) . . . 304

10.8 Analyse de sensibilité : probabilité P_n qu'une lacune soit détectée par au moins une de n révisions indépendantes de puissance d 305
10.9 Résultat du contrôle lexical des douze éléments de la règle 2.3 sur quatre extraits de rapports fictifs 306

11.1 Inspection d'évaluation et inspection préachat : deux exercices distincts . . 321
11.2 Pathologies fréquentes du parc résidentiel québécois (1) : fondations, sols, enveloppe et humidité 333
11.3 Pathologies fréquentes du parc résidentiel québécois (2) : contaminants et systèmes 334
11.4 Échelle d'état des composantes retenue dans l'ouvrage et fraction de vie utile consommée associée 335
11.5 Fiche d'état du sujet du cas 1 au 1er septembre 2026 (données synthétiques, constats fictifs) 341
11.6 Travaux immédiats du sujet du cas 1 : dépréciation physique curable (données synthétiques) 341
11.7 Dépréciation physique ventilée du sujet du cas 1 et comparaison avec l'âge-vie simple (données synthétiques) 343
11.8 Sensibilité de la dépréciation physique totale (% du coût neuf) au poids λ et à la note d'état de la structure, cas 1 343
11.9 Structure du formulaire d'inspection de l'ouvrage (annexe B) 345

12.1 Conventions de superficie comparées : ce que chacune inclut, où on la rencontre et ce qu'il faut vérifier avant de l'utiliser. 354
12.2 Facteurs de conversion des longueurs et des superficies utilisés en évaluation résidentielle au Québec. 356
12.3 Points de divergence entre les conventions de mesurage : MEFQ, norme américaine ANSI Z765 et convention de l'ouvrage. 359
12.4 Documents porteurs de dimensions, grandeurs qu'ils fournissent et précautions d'emploi. 361
12.5 Superficies du sujet du cas 1 selon la convention et prix unitaire implicite pour une valeur de 637 953 $. 365
12.6 Sensibilité de la valeur du sujet du cas 1 (637 953 $, 165 m², $\beta = 0{,}539$) à une erreur sur la superficie : approximation linéaire, effet exact et calcul naïf au prix moyen. 368
12.7 Écart-type de l'indication par comparaison imputable aux erreurs de mesure des superficies, sujet du cas 1 (637 953 $, $\beta = 0{,}539$, cinq comparables à poids égaux). 370
12.8 Atténuation du coefficient de la superficie dans le modèle hédonique du cas 1 lorsqu'une erreur de mesure d'écart-type σ_u affecte le logarithme de la superficie (200 réplications par niveau, graine 20261031). 371

13.1 Inventaire des sources de données utiles à l'évaluation résidentielle et multirésidentielle au Québec : contenu, couverture et périodicité (état au 31 octobre 2026) 381
13.2 Accès, licence, coût et adresse consultée pour les sources du tableau 13.1 (consultation du 31 octobre 2026) 383

13.3 Champs d'une transaction résidentielle et sources qui les fournissent au Québec (☒ : champ présent ; (☒) : présent mais déclaratif ou partiel) 392
13.4 Pièges des données de transaction : signature dans les sources et traitement 396
13.5 Enquête sur les logements locatifs de la SCHL, octobre 2025 : six RMR du Québec, appartements d'initiative privée dans les immeubles de trois logements et plus. Lettres : indicateur de qualité de la SCHL (a excellent … d passable). 398
13.6 Structure du fichier brut du tableau 18-10-0289-01 de Statistique Canada (IPCB), telle que lue par script le 31 octobre 2026 402
13.7 Schéma minimal d'une base d'évaluation résidentielle : tables, clés et sources des champs 407
13.8 Extrait du Répertoire des renseignements prescrits du rôle d'évaluation foncière en format ouvert (version 2.5) : renseignements les plus utiles à l'évaluateur 410
13.9 Biais relatif (%) sur le prix ajusté d'un comparable daté à l'acte plutôt qu'à la promesse d'achat, selon la croissance annuelle composée du marché et le délai promesse–acte (équation (13.5)) 412

14.1 Anomalies injectées dans le jeu brut du cas 1 (données synthétiques) 422
14.2 Règles déterministes appliquées au jeu brut du cas 1 et effet sur le nombre d'inscriptions 424
14.3 Effet de masquage : scores classique et robuste du logarithme du prix au mètre carré, par secteur, avant le retrait des prix symboliques (données synthétiques) 427
14.4 Les huit ventes exclues par les scores robustes (S1) et par la régression (E1), avec leur nature réelle dans la table de vérité (données synthétiques) . . . 432
14.5 Effet simulé d'une erreur de position sur les variables spatiales du cas 1, par technique de géocodage (écarts-types hypothétiques) 433
14.6 Appariement des 618 inscriptions brutes du cas 1 à l'extrait de rôle fictif, par palier (données synthétiques) 436
14.7 Quatre traitements des 45 valeurs manquantes du jeu brut du cas 1 et leur effet sur le modèle hédonique (données synthétiques) 438
14.8 Le modèle hédonique de référence réestimé à chaque étape du nettoyage et sur le jeu propre (données synthétiques) 440
14.9 Sensibilité de la chaîne de traitement aux seuils du score robuste et du résidu studentisé (données synthétiques) 441

15.1 Critères de délimitation du marché et des sous-marchés d'un bien résidentiel ou multirésidentiel 450
15.2 Les six étapes d'une étude de marché résidentiel au Québec : indicateurs et sources 452
15.3 Indicateurs de conjoncture de la revente, troisième trimestre de 2026, propriétés résidentielles vendues par courtier 455
15.4 Répartition des ventes résidentielles entre les secteurs de la RMR de Gatineau : marché réel du troisième trimestre de 2026 et jeu synthétique du cas 1 . . . 456
15.5 Silhouette moyenne et inertie selon le nombre de segments, 600 ventes du cas 1, variables : attributs et coordonnées centrés-réduits (données synthétiques) 459

15.6 Profil des cinq segments des k-moyennes (attributs et coordonnées) et croisement avec les secteurs, cas 1 (données synthétiques) 462
15.7 Coefficients hédoniques estimés séparément dans chaque secteur (erreurs-types HC1 entre parenthèses) et coefficient commun du modèle de référence, cas 1 (données synthétiques) 465
15.8 Tests de stabilité des coefficients hédoniques pour six partitions des 600 ventes du cas 1 (données synthétiques) 466
15.9 Précision prédictive hors échantillon (validation croisée à dix plis) de sept spécifications, cas 1 (données synthétiques) 467
15.10 Sensibilité de la segmentation statistique au jeu de variables de classification, k-moyennes, cas 1 (données synthétiques) 468
15.11 Indicateurs du marché locatif pour l'immeuble du cas 3 : zone SCHL 9 Rosemont/La Petite-Patrie, île et RMR de Montréal, octobre 2025 470
15.12 Loyers de l'immeuble du cas 3 par type de logement et loyers moyens de la zone SCHL 9 (données synthétiques pour l'immeuble ; SCHL pour la zone) 471

16.1 Unités de comparaison usuelles et conditions d'emploi 483
16.2 Sources de vérification d'une vente au Québec 486
16.3 Structure de la grille d'analyse (les ajustements sont traités au chapitre 17) 490
16.4 Entonnoir de sélection des comparables, cas 1 (données synthétiques) . . . 492
16.5 Échelles et poids de la distance d'attributs retenus pour le cas 1 492
16.6 Les cinq comparables retenus pour le sujet du cas 1 (données synthétiques) 493
16.7 Sensibilité de l'indication brute ($) au nombre de comparables, toutes fenêtres et tous rayons confondus 495

17.1 Ordre conventionnel des ajustements, base de calcul et signe 503
17.2 Méthodes d'extraction des ajustements : principe, données requises, précision et limites 506
17.3 Ajustement de conditions du marché du comparable G0404 (506 500 $, vendu 15,2 mois avant la date d'évaluation) selon cinq écritures 516
17.4 Cascade d'ajustements du comparable G0404 vers le sujet, dans l'ordre conventionnel 517
17.5 Grille complète des ajustements des cinq comparables du cas 1 (cascade hédonique, ordre conventionnel, montants en dollars) 518
17.6 Ventes appariées pour le garage et le sous-sol fini : résultats selon les critères de pairage, et prix implicites hédoniques correspondants 520
17.7 Trois lectures des coefficients de variables indicatrices du modèle du cas 1 : naïve ($\hat{\beta}$), Halvorsen–Palmquist et Kennedy (en %) 521
17.8 Analyse relative des cinq comparables : position de chaque comparable par rapport au sujet, élément par élément, et encadrement 521
17.9 Sensibilité de la valeur pondérée (poids inverse du brut, référence 575 565 $) à l'incertitude des prix implicites, au taux de croissance du marché et à l'omission d'un ajustement 524

18.1 Quatre formes fonctionnelles de la fonction de prix hédonique et lecture de leurs coefficients 535

18.2 Variables du modèle hédonique de référence du cas 1 (`traite.cas1.matrice`) et transformation retenue . . . 537
18.3 Modèle hédonique de référence du cas 1 : MCO semi-log sur 600 ventes, erreurs-types HC1, et paramètres de génération (données synthétiques) . . 544
18.4 Diagnostics du modèle de référence (600 ventes, données synthétiques) . . 545
18.5 Six spécifications estimées sur les 600 ventes du cas 1 : ajustement, erreur de prédiction en dollars, statistiques de ratio et prédiction du sujet (données synthétiques) . . . 546
18.6 Prix implicites au sujet du cas 1 dérivés du modèle de référence, $\hat{P}_s = 637\,953$ \$ (données synthétiques) . . . 547
18.7 Statistiques de ratio du modèle de référence et du rôle fictif du cas 1, et plages de l'IAAO pour le résidentiel unifamilial . . . 552
18.8 Sensibilité du modèle de référence et de la prédiction du sujet à l'échantillon d'estimation (données synthétiques) . . . 554

19.1 Statistique I de Moran du logarithme des prix et des résidus de trois spécifications, cas 1, selon la matrice de pondération (données synthétiques) . . . 575
19.2 Tests du multiplicateur de Lagrange sur les résidus MCO, matrice des huit plus proches voisins (données synthétiques) . . . 577
19.3 Coefficients du modèle semi-logarithmique sans indicatrices de secteur selon la méthode d'estimation, matrice des huit plus proches voisins, et modèle de référence avec indicatrices (données synthétiques ; erreurs-types entre parenthèses) . . . 578
19.4 Effets directs, indirects et totaux moyens du SAR et du SDM sans indicatrices de secteur (données synthétiques ; variables sélectionnées) . . . 579
19.5 Distribution des coefficients locaux de la GWR (noyau gaussien, bande passante 4,99 km) sur les 600 ventes, spécification sans indicatrices de secteur (données synthétiques) . . . 580
19.6 Spécifications à effets fixes spatiaux et temporels sur les 600 ventes du cas 1 (données synthétiques) . . . 582
19.7 Précision en validation croisée sur les 600 ventes et indication de valeur pour le sujet selon le modèle (données synthétiques) . . . 585
19.8 Sensibilité au choix de la matrice de pondération, spécification sans indicatrices de secteur (données synthétiques) . . . 586

20.1 Critères de la pondération raisonnée et leur traduction dans le cadre biais–variance . . . 597
20.2 Sources d'incertitude du cas 1 mesurées dans les chapitres précédents et nature de chacune . . . 601
20.3 Indication par le coût du sujet du cas 1 reprise du chapitre 24 : composantes, lecture écartée, contre-exemple et sensibilité . . . 604
20.4 Les seize candidats du cas 1 après les filtres du chapitre 16 : prix ajusté par la cascade hédonique, ajustement brut et résidu du modèle à la vente (données synthétiques) . . . 608
20.5 Bootstrap de l'indication par comparaison et de la prédiction hédonique du cas 1, $B = 2\,000$ réplications, et énumération exhaustive des sous-ensembles de cinq candidats (données synthétiques) . . . 609

20.6 Les trois indications du cas 1, leur écart-type et la source de cet écart-type 610
20.7 Six schémas de pondération des trois indications du cas 1 : poids, valeur combinée et écart-type de la combinaison (équation (20.2)) 611

21.1 Coût de reproduction et coût de remplacement : définitions, usages et conséquences pour la mesure de la dépréciation. 629
21.2 Composantes du coût neuf, exemples québécois et risque de double comptage. 631
21.3 Les méthodes d'estimation du coût neuf : données requises, précision, usages. 635
21.4 IPCB Montréal, valeurs choisies (indice, 2023 = 100) et ratio d'indexation du T3 2019 vers le T3 2026. 637
21.5 Devis par composantes du sujet du cas 1 regroupé par corps de métier, et calcul du coût neuf (dollars du T3 2026). Les coûts indirects regroupent cinq postes : permis et études, supervision de chantier, assurances et cautionnement, plans et honoraires professionnels, financement intérimaire. 642
21.6 Coûts unitaires du sujet du cas 1 selon la convention de superficie et la composante retenue, et comparaison avec la fourchette Altus 2026 (Montréal, unifamiliale, hors terrain). 643
21.7 Sensibilité du coût neuf du sujet du cas 1 au taux d'indirects (lignes, en proportion des directs) et au taux d'incitatif (colonnes, en proportion des directs et indirects), en milliers de dollars ; coûts directs fixés à 298 826 $. . 644
21.8 Transposition du coût unitaire du sujet (2 409 $/m² pour 165 m²) à d'autres superficies selon l'élasticité de taille (équation (21.6)). 645

22.1 Unités de mesure et règles de mesure usuelles par corps de métier dans un devis résidentiel par composantes. 655
22.2 Dimensions de base et superficies du sujet du cas 1 selon la convention retenue, et coût neuf unitaire correspondant (C_N = 397 567,33 $, chapitre 21). 658
22.3 Pertes et chutes : passage de la quantité mesurée du devis à la quantité à commander pour des taux illustratifs (hypothèses pédagogiques, non sourcées), sujet du cas 1. 662
22.4 Bordereau de quantités chiffré du sujet du cas 1 : 38 postes par bloc (ordre du chapitre 21), unité, quantité, prix unitaire installé et montant, en dollars du T3 2026. Les sous-totaux par bloc sont ceux du tableau 21.5. 667
22.5 Métré de contrôle du sujet du cas 1 : quantité du devis, quantité recalculée à partir du plan coté, écart relatif et verdict (tolérances de 5 et 10 %). Les règles de mesure sont celles de la section 22.3. 670
22.6 Contrôle par ratios des quatorze postes forfaitaires du sujet du cas 1 : montant, montant par mètre carré de superficie habitable (165,13 m²) et part du coût direct D. 672
22.7 Sensibilité du coût neuf du sujet du cas 1 à une erreur relative uniforme sur les quantités d'un bloc de corps de métier (indirects du devis fixés en dollars, incitatif de 10 % sur $D + I$) ; cas de base C_N = 397 567 $. 673

23.1 Typologie des coûts d'une construction résidentielle par bloc et par nature dominante, et piège de classement associé. 683

23.2 Taxes de vente sur une habitation neuve équivalente au sujet du cas 1 (coût neuf 397 567 $ plus terrain hypothétique de 180 000 $) selon le profil de l'acheteur, dollars du T3 2026. Le remboursement de la TVQ est nul dans les trois cas (valeur supérieure à 300 000 $). 690
23.3 IPCB des bâtiments résidentiels par type et par région (indice, 2023 = 100) : T3 2025, T3 2026, variation sur un an et variation depuis le T1 2020. 694
23.4 IPCB Montréal, maison individuelle, par division de travaux (indice, 2023 = 100) : T1 2020, T4 2022, T3 2025, T3 2026 et variations sur les deux périodes. Indices de division, non pondérés ; l'agrégat est publié séparément. 696
23.5 Structure complète du coût neuf du sujet du cas 1 : 38 postes groupés par corps de métier, nature dominante, montant (dollars du T3 2026), part du bloc (directs ou indirects) et part du coût neuf. 700
23.6 Transposition déclarée du devis du cas 1 à l'immeuble de 12 logements du cas 3 (dollars du T3 2026) : coût neuf indicatif et structure. Hypothèses : efficacité locative 85 %, ratio IPCB immeuble/maison 1,0172, indirects hors financement aux ratios du cas 1, prêt de 75 % sur 12 mois à 6,19 % avec mise de fonds d'abord, incitatif 10 % de $D + I$. 703
23.7 Intérêts intérimaires du cas 1 selon la durée du chantier et le taux annuel (prêt tiré uniformément sur 352 895 $ de coûts hors financement, formule continue), et coût neuf correspondant après remplacement du forfait du devis et recalcul de l'incitatif, en dollars. 704

24.1 Taxonomie des dépréciations : cause, régime, méthode de mesure et exemples résidentiels. 717
24.2 Dépréciation ventilée des composantes de courte durée du sujet du cas 1 : coût neuf (devis majoré des indirects et de l'incitatif, facteur 1,33043), année d'installation, note d'état, âge effectif, vie utile et dépréciation imputée. L'entrée asphaltée, remplacée intégralement au titre du curable, n'y figure pas. 720
24.3 Quatre lectures de la dépréciation physique du sujet du cas 1 ($C_N = 397\,567{,}33$ $, vie économique 60 ans). 721
24.4 Valeur du terrain extraite des ventes récentes (âge de dix ans ou moins) par secteur, cas 1 : $V_L = P^{\text{aj}} - C_N(1 - a/60)$, médiane par secteur, part médiane du prix et valeur par mètre carré du terrain médian. 727
24.5 Taux de dépréciation extrait du marché par tranche d'âge chronologique, 600 ventes du cas 1 ramenées au 1er septembre 2026. 728
24.6 Doubles comptages fréquents dans la mesure de la dépréciation, mécanisme et parade. 732
24.7 Récapitulatif des deux lectures de la dépréciation du sujet du cas 1 et indication de valeur par le coût (ordre des conventions : physique, fonctionnelle, externe ; $V_L = 277\,000$ $). 735
24.8 Sensibilité de l'extraction de marché à ses choix de construction : valeur du terrain extraite pour Hull, taux de dépréciation à 28 ans selon l'ajustement quadratique et taux annuel moyen par la droite par l'origine. 737

25.1 Unités de comparaison des terrains et conditions d'emploi 746
25.2 Les six méthodes d'évaluation du terrain : équation, données requises, conditions de validité 749

25.3 Grille d'ajustements des terrains résidentiels : éléments, mesure, signe attendu et source du prix implicite 754
25.4 Modèle hédonique des terrains vacants (données synthétiques, $n = 200$) : coefficients, erreurs-types robustes (HC1) et effets en pourcentage 760
25.5 Les cinq terrains comparables retenus pour le sujet du cas 1 et leur grille d'ajustements (dollars ; données synthétiques) 762
25.6 Extraction de la valeur du terrain sur les cinq comparables bâtis du chapitre 16, sous deux conventions de dépréciation (dollars ; données synthétiques) . . 764
25.7 Synthèse des indications de valeur du terrain du sujet du cas 1 (620 m², Hull, 1er septembre 2026) 764
25.8 Technique résiduelle du terrain sur le cas 3 : cas de base et sensibilité à la dépréciation du bâtiment, à sa durée de vie restante et au taux du terrain (valeur du terrain en milliers de dollars) 766
25.9 Flux du lotissement d'un site fictif de 10 000 m² en douze lots (dollars ; hypothèses déclarées dans le texte) 768

26.1 Dispositions du Code civil du Québec qui gouvernent la lecture d'un état locatif (sélection ; texte à jour au 15 octobre 2026) 779
26.2 Délais légaux attachés au bail de logement selon la durée du bail (Code civil du Québec, à jour au 15 octobre 2026) 781
26.3 État locatif du cas 3 au 1er septembre 2026 : ancienneté, loyers mensuels contractuel et de marché, écart contractuel et stationnement de chaque bail (données synthétiques) 789
26.4 Indicateurs synthétiques de l'état locatif du cas 3 et points de repère publics (1er septembre 2026) 790
26.5 Coût mensuel de l'électricité d'un 4½ chauffé à l'électricité au tarif D du 1er avril 2026, pour un profil hypothétique de 12 000 kWh par an (hors taxes de vente ; T1 : première tranche, jusqu'à 40 kWh par jour ; T2 : seconde tranche) 797
26.6 Cas 3 : valeur actuelle espérée de l'écart contractuel de chaque logement, en dollars, selon la rotation annuelle ρ (taux d'actualisation 7,25 %, croissance de l'écart 3,5 %, écart de première année Δ_{j1} net de l'inoccupation de 3,9 % ; données synthétiques) 803
26.7 État locatif du triplex du cas 2 (Limoilou, Québec) au 1er septembre 2026 : loyers mensuels contractuel et de marché (données synthétiques) 804
26.8 Sensibilité de la valeur actuelle agrégée de l'écart contractuel du cas 3 à la rotation annuelle, au taux d'actualisation et à la croissance de l'écart (écart net de première année 19 697 $; données synthétiques) 804

27.1 Cas 3 : état locatif résumé par type de logement au 1er septembre 2026 (loyers mensuels en dollars ; écart en pourcentage du loyer de marché ; RBP annuel = 12 × total mensuel : 165 540 $ contractuel, 186 036 $ au marché). 815
27.2 Taux d'inoccupation et taux de rotation des appartements d'initiative privée (immeubles de trois logements et plus), six RMR du Québec, octobre 2024 et octobre 2025 (pourcentages). 817

27.3 Structure de l'inoccupation et de la rotation, Montréal, octobre 2025 : selon la taille de l'immeuble (RMR et île), selon le quartile de loyer (RMR) et selon l'année de construction (île) ; loyer moyen des logements inoccupés et occupés (île). Pourcentages et dollars par mois. 818
27.4 Inoccupation frictionnelle $v_f = \rho\, d/12$ (en pourcentage du RBP) selon le taux de rotation annuel ρ et la durée moyenne de vacance d entre deux baux. 820
27.5 Cas 3 : revenu brut potentiel projeté selon quatre trajectoires (dollars courants) et écart au marché (pourcentage du RBP au marché) ; $g_c = 3{,}1\,\%$, $g_m = 3{,}5\,\%$, relocation au marché des logements les plus sous le marché en premier ; l'exercice court du 1er septembre au 31 août ; TCAC = taux de croissance annuel composé ; valeur DCF = flux actualisés du chapitre 30. . 827
27.6 Cas 3 : du revenu brut potentiel au revenu brut effectif, première année d'exploitation (1er septembre 2026 au 31 août 2027), dollars courants. 828
27.7 Cas 2 : état locatif du triplex de Limoilou au 1er septembre 2026 et revenu brut effectif de première année (dollars courants). 830
27.8 Cas 3 : sensibilité du revenu brut effectif, du revenu net d'exploitation normalisé et de la valeur par capitalisation directe ($R = 4{,}415\,\%$) à la provision pour inoccupation et pertes v ; dollars courants. 831

28.1 Classement des dépenses d'exploitation selon leur comportement, avec la règle de normalisation habituellement associée. 842
28.2 Postes de dépenses d'un immeuble locatif au Québec : base de calcul, pièce ou source de vérification, et montant normalisé du cas 3 (douze logements, Montréal, première année). 844
28.3 Deux conventions de normalisation des postes d'usage du cas 3 : dernière année indexée (règle de l'ouvrage) et moyenne des trois exercices indexée à la première année ($g = 3\,\%$). 849
28.4 Calcul d'une réserve de remplacement par composantes, pour douze logements : méthode linéaire (Lin.) et fonds d'amortissement à 3 % (Fonds), en dollars par logement puis pour l'immeuble. Coûts et durées de vie : hypothèses pédagogiques déclarées, sans source externe. 852
28.5 Indicateurs de dépenses des deux dossiers et barème indicatif de la SCHL pour le Québec (avril 2015, non indexé) ; aucune statistique publique plus récente n'est disponible. 854
28.6 Cas 3 : dépenses déclarées 2023-2025, règle de normalisation et montant normalisé de première année (exercice du 1er septembre 2026 au 31 août 2027, dollars courants). 858
28.7 Cas 2 : dépenses d'exploitation normalisées et revenu net du triplex de Limoilou (première année, dollars courants). 860
28.8 Cas 3 : sensibilité du revenu net normalisé et de la valeur par capitalisation directe (taux maintenu à 4,415 %) à la réserve par logement, au taux de la taxe municipale (valeur au rôle inchangée) et au taux de gestion. 862

29.1 Statistiques des taux globaux extraits de quarante ventes d'immeubles de 6 à 30 logements (cas 3, données synthétiques), revenu net après réserve de remplacement. 873

29.2 Quatre constructions du taux global appliquées au cas 3 et comparées à la médiane extraite (4,415 %) ; paramètres du dossier synthétique (financement assuré à 4,12 % sur 40 ans, $M = 75$ %, $RCD = 1{,}20$, $Y_E = r = 7{,}25$ %, horizon 10 ans). 880
29.3 Cas 3 : du revenu brut potentiel au revenu net d'exploitation normalisé de la première année (dollars courants, exercice du 1er septembre 2026 au 31 août 2027). 887
29.4 Les dix ventes les plus proches du sujet (taille, état, âge, quartier, date), avec le revenu net reconstitué après réserve, le prix épuré et le taux global extrait. 888
29.5 Sensibilité de la valeur indiquée au taux global (par pas de 25 points de base) et au revenu net normalisé (± 5 %) ; cas 3, valeurs en dollars. 890

30.1 Hypothèses de projection du cas 3 (immeuble fictif de 12 logements, Montréal) et provenance de leur calibration. 907
30.2 Projection des revenus et des dépenses du cas 3, années 1 à 11 (dollars courants). L'année 11 ne sert qu'au calcul de la valeur terminale. 914
30.3 Flux avant dette, facteur d'actualisation à 7,25 % et valeurs présentes du cas 3, années 1 à 10. 915
30.4 Décomposition de la valeur DCF du cas 3. 915
30.5 Flux après service de la dette et flux des fonds propres du cas 3 (prêt de 1 475 959 $ à 4,12 %, 480 mois ; mise de fonds 732 606 $). 917
30.6 Sensibilité de la valeur du cas 3 au taux de capitalisation terminal, $r = 7{,}25$ % et coûts de vente de 2,5 % inchangés. 919
30.7 Tornade du cas 3 : valeur aux bornes basse et haute de chaque intrant et amplitude (dollars), base 2 208 566 $. 920
30.8 Trois scénarios pour le cas 3 : hypothèses, valeur conclue sous le scénario, et rendements de l'investisseur qui a payé la valeur de base (2 208 566 $) avec le prêt de base (1 475 959 $). 921

31.1 Convention canadienne (composition semestrielle) et convention américaine (composition mensuelle) appliquées au prêt du cas 3 : 1 475 959 $, taux nominal 4,12 %, 480 paiements mensuels. 931
31.2 Extraits du tableau d'amortissement du prêt du cas 3 (1 475 959 $, 4,12 % composé semestriellement, 480 mois, paiement 6 246,93 $). 932
31.3 Programme APH Select de la SCHL, immeubles existants de cinq logements et plus : seuils de points, ratio prêt-valeur maximal, période d'amortissement maximale et ratio de couverture minimal (locatif ordinaire). 935
31.4 Repères de taux publics à la date de rédaction (Banque du Canada, API Valet et communiqué, consultés le 2026-10-31). 936
31.5 Dimensionnement du prêt du cas 3 sur la base de la valeur DCF et indicateurs de financement de la première année. 942
31.6 Prêt maximal par le ratio de couverture pour le cas 3 ($RNE_1 = 89\,956$ $) selon le taux, l'amortissement et le seuil ; montants en dollars et, entre parenthèses, en pourcentage de la valeur DCF de 2 208 566 $. 943
31.7 Test de résistance de la couverture : service de la dette du prêt retenu (1 475 959 $, 480 mois) au taux contractuel majoré, et prêt maximal si la qualification se faisait au taux majoré (RCD 1,20, RNE_1 de l'année 1). 944

31.8 Variante APH Select pour le cas 3 sur la valeur DCF (2 208 566 $), taux 4,12 %, RCD minimal 1,10, RPV maximal 85 % : prêt, ratio prêt-valeur, mise de fonds et prime d'assurance selon l'amortissement. 944
31.9 Renouvellement exact du prêt du cas 3 à l'échéance du terme (solde 1 394 739 $, amortissement résiduel 420 mois) selon le taux renouvelé, et comparaison avec l'approximation du chapitre 30 (taux majoré appliqué dès l'origine) ; achat à la valeur DCF, revenus projetés de base. 946
31.10 Effet du ratio prêt-valeur sur le financement du cas 3 (achat à la valeur DCF, prêt à 4,12 % sur 480 mois, flux projetés de base) ; la ligne du RPV de 66,8 % est le prêt retenu, plafonné par la couverture. 948

32.1 Ce qui distingue le petit plex (2 à 5 logements) de l'immeuble de six logements et plus, et ce qui en découle pour l'évaluation 958
32.2 Règles du financement résidentiel d'un plex de un à quatre logements retenues dans ce chapitre (état au 31 octobre 2026) 963
32.3 Indicateurs médians des 127 ventes de duplex et de triplex du cas 2 (quatre quartiers, septembre 2024 à août 2026), par taille et par quartier (données synthétiques) 967
32.4 Cas 2 : du revenu brut potentiel au revenu net d'exploitation normalisé de la première année (dollars courants, exercice du 1er septembre 2026 au 31 août 2027) 972
32.5 Le sujet et les cinq comparables triplex de Limoilou retenus par la distance d'attributs (données synthétiques) 974
32.6 Cas 2 : indications de valeur du triplex selon l'indicateur et l'échantillon, et pondération retenue 975
32.7 Cas 2 : financement résidentiel assuré de l'acheteur-occupant au prix de 870 000 $ et coût net d'occupation du logement du rez-de-chaussée (reprise à l'échéance du bail ; première année ; données synthétiques) 978
32.8 Cas 2 : sensibilité des indications de valeur au loyer relatif et au taux global, et du coût d'occupation au financement (données synthétiques) 979

33.1 Seuils qui séparent, en 2026, les immeubles de six logements et plus des petits immeubles résidentiels au Québec. 991
33.2 Effet de la taille sur le taux global dans les deux jeux synthétiques (données synthétiques). 995
33.3 Typologie des immeubles de six logements et plus et incidences sur l'analyse. 996
33.4 Île de Montréal, octobre 2025 : loyer moyen, taux d'inoccupation et taux de rotation des appartements d'initiative privée selon la taille de l'immeuble et l'année de construction. 997
33.5 Le douze logements du cas 3 lu par ses unités d'analyse (valeur finale du chapitre 47 ; données synthétiques). 1001
33.6 Liste de contrôle de la diligence raisonnable pour un immeuble de six logements et plus. 1004
33.7 Pondérations indicatives des méthodes selon le type d'immeuble et la fin de l'évaluation (pratique courante, jugement de l'auteur). 1007
33.8 Cas 4 : sommaire du portefeuille par région métropolitaine (données synthétiques, valeurs 2026). 1009

33.9 Immeuble P45 (36 logements, Gatineau, 1954, état 2 ; RNE normalisé 366 800 $) : taux candidats et indications par capitalisation directe (données synthétiques). 1011
33.10 Sensibilité de l'indication de P45 à la taille et au taux (données synthétiques ; RNE par logement constant pour la taille). 1014

34.1 Les six critères de l'article 3 du Règlement sur les critères de fixation de loyer (version en vigueur le 1er janvier 2026) et leur règle d'application 1024
34.2 Reconstitution du pourcentage de base des fixations de 2025 et de 2026 à partir des moyennes annuelles de l'IPC du Québec (ensemble, 2002 = 100, non désaisonnalisé) 1025
34.3 Pourcentages applicables aux critères de fixation de loyer publiés par le TAL pour 2025 et 2026, selon la date de l'avis de modification du bail 1029
34.4 Calcul pas à pas de l'augmentation mensuelle du logement 103 du cas 3 selon la méthode en vigueur depuis 2026, pourcentages de 2026 (données synthétiques ; reconstitution pédagogique, le formulaire officiel fait foi) . . 1031
34.5 Mécanismes juridiques qui gouvernent le rattrapage des loyers et leur traduction en hypothèses de projection 1033
34.6 Espérance du rapport de loyer d'un logement partant de $q_0 = 0{,}695$ (logement 103 du cas 3), $g_c = 3{,}1\,\%$, $g_m = 3{,}5\,\%$, selon le taux de rotation 1037
34.7 Valeur DCF du cas 3 selon la rotation annuelle et le pourcentage de base de la fixation (croissance du marché 3,5 %, relocation intégrale au marché, autres hypothèses du dossier ; mode déterministe) 1040
34.8 Scénarios complémentaires pour le cas 3 : hypothèses, revenu net de l'année 11, valeur actualisée de l'écart au marché et valeur DCF 1043

35.1 Familles d'indices de prix des logements : données, hypothèse centrale et faiblesse principale 1056
35.2 Indices et séries de prix résidentiels disponibles au Canada et au Québec : nature, méthode publiée, périmètre et limites pour l'ajustement de conditions du marché 1064
35.3 Jeu de reventes synthétique dérivé des 600 ventes du cas 1 : caractéristiques des 220 paires 1071
35.4 Six indices de prix du cas 1 par trimestre, base 2023T1 = 100, et vérité de génération (données synthétiques) 1071
35.5 Précision des indices par rapport à la vérité de génération, 2023T1–2026T3 (données synthétiques) 1072
35.6 Deuxième étape de Case–Shiller : variance des résidus BMN selon l'intervalle et poids relatifs (données synthétiques) 1072
35.7 Ajustement de conditions du marché du comparable G0404 (vendu 506 500 $ en 2025T2, évalué en 2026T3, 15,2 mois) selon l'indice retenu (données synthétiques) 1072
35.8 Sensibilité des indices du cas 1 au millésime, au filtre des reventes rapides, à la taille de l'échantillon et à la fenêtre d'estimation (données synthétiques) 1076

36.1 Plans d'identification du chapitre : ce qu'ils éliminent et ce qu'ils supposent 1086
36.2 Doubles différences 2×2 pour la cohorte A : moyennes de cellule du logarithme du revenu net d'exploitation (données synthétiques) 1097

36.3 Estimateur à effets fixes bidirectionnels de l'effet statique du traitement, selon les effets de période et le calcul des erreurs-types (données synthétiques ; effet vrai moyen 0,0454) 1098
36.4 Coefficients de l'étude d'événement (effets d'immeuble et RMR × trimestre) et effet déclaré, par trimestre écoulé depuis la mise en service (données synthétiques) 1100
36.5 Décomposition de Goodman-Bacon de l'estimateur TWFE à effets de période communs ($\hat{\delta} = 0{,}0905$), cas 4 (données synthétiques) 1100
36.6 Laboratoire à adoption échelonnée et effets croissants : TWFE statique, comparaisons de Goodman-Bacon et estimateur de Callaway et Sant'Anna (panel artificiel) 1102
36.7 Estimateur de Callaway et Sant'Anna par cohorte et global, selon le groupe témoin, cas 4 (données synthétiques) 1103
36.8 Bilan : estimateurs de l'effet du traitement sur le logarithme du revenu net d'exploitation et vérité correspondante (données synthétiques) 1106
36.9 Sensibilité aux hypothèses d'identification : tendances parallèles violées (+1 point de croissance par an pour les traités) et choix du groupe témoin (données synthétiques) 1108

37.1 Trois familles de modèles d'arbres : principe, hyperparamètres et comportement 1121
37.2 Cinq modèles sur les 600 ventes du cas 1 : performance hors échantillon selon trois schémas de validation (données synthétiques) 1130
37.3 Validation prospective (ventes de 2026 prédites à partir de 2023-2025) : l'extrapolation temporelle et ses remèdes (données synthétiques) 1130
37.4 Un secteur exclu à la fois : biais moyen de la prédiction (points de pourcentage du logarithme) et COD global (données synthétiques) 1131
37.5 Importance des variables dans le gradient boosting : moyenne de $|\phi|$ (SHAP) et importance par permutation hors échantillon (données synthétiques) . . 1133
37.6 Prédiction du sujet du cas 1 par chaque modèle et cascade SHAP du gradient boosting (données synthétiques) 1135
37.7 Scénario non linéaire : validation croisée aléatoire des modèles sur $\ln P^{\dagger}$ (données synthétiques perturbées par une interaction et une rupture déclarées) 1136
37.8 Sensibilité aux hyperparamètres : boosting et forêt aléatoire en validation croisée aléatoire à dix plis (données synthétiques) 1140

38.1 Systèmes de référence de coordonnées utiles à l'évaluation au Québec et codes EPSG 1149
38.2 Jeux de données géospatiales ouverts utiles à l'évaluation résidentielle au Québec (état au 31 octobre 2026) 1152
38.3 Les cinq opérations SIG élémentaires : définition, algorithme, mise en œuvre et piège caractéristique 1156
38.4 Décote capitalisée d'une perte annuelle espérée selon la borne de probabilité des classes d'intensité du cadre de 2026 (hypothèses pédagogiques de dommage ; $R = 5{,}5\ \%$; $V = 637\,953\ \$$) 1159
38.5 Jointure spatiale et distances aux géométries fictives, par secteur du cas 1 (données synthétiques) 1162

38.6 Bornes des cinq classes de la médiane du prix au mètre carré par cellule (30 cellules) selon la méthode de classification, effectifs et GVF (données synthétiques) 1164
38.7 Coefficients des cinq variables géospatiales fictives ajoutées au modèle hédonique du cas 1 selon la spécification de la localisation (données synthétiques ; effet vrai nul ; erreurs-types HC1 entre parenthèses) 1166
38.8 Part des coefficients « significatifs » d'indicatrices de disques aléatoires sans aucun effet, selon le rayon, la spécification de la localisation et l'erreur-type (données synthétiques) 1167
38.9 Exposition du portefeuille du cas 4 aux zones inondables, par région métropolitaine (données synthétiques) 1171

39.1 Correspondance entre le vocabulaire fréquentiste des chapitres 18 à 20 et le vocabulaire bayésien 1182
39.2 Régression hédonique bayésienne conjuguée sur les 600 ventes du cas 1 : a priori de référence, postérieure NIG et comparaison aux moindres carrés (données synthétiques) 1195
39.3 Distribution prédictive du prix du sujet du cas 1 au 1er septembre 2026 selon trois approches (données synthétiques) 1195
39.4 Petit marché : 40 ventes à moins de 3 km du sujet et de moins de 18 mois, sous un a priori de référence et sous un a priori emprunté aux 414 ventes des autres secteurs (données synthétiques) 1196
39.5 Modèle hiérarchique des secteurs sur les 600 ventes du cas 1 : postérieure par Gibbs par blocs (4 chaînes, 8 000 tirages) et effets de secteur relatifs à Hull comparés aux effets fixes du chapitre 18 (données synthétiques) 1199
39.6 Diagnostics de convergence des deux échantillonneurs de Gibbs (4 chaînes de 2 000 tirages conservés) pour les paramètres les plus corrélés a posteriori 1199
39.7 Expérience : secteur de Masson-Angers réduit à 5, 10, 20 puis 47 ventes ; effet du secteur et prédictive d'un sujet hypothétique situé à Masson-Angers (données synthétiques) 1200
39.8 Comparaison des trois traitements des secteurs par le WAIC et la validation croisée une observation à la fois (600 ventes, données synthétiques) 1201
39.9 Sensibilité du modèle hiérarchique à l'a priori sur τ : 600 ventes et Masson-Angers réduit à 5 ventes (données synthétiques) 1202

40.1 Quatre lois pour les intrants d'un modèle de flux : paramètres, moments, quantiles et usage recommandé. 1214
40.2 Lois déclarées des intrants du cas 3 : moments théoriques et statistiques des 10 000 tirages de la graine 20261031. 1215
40.3 Erreur de Monte-Carlo des statistiques du cas 3 à $N = 10\,000$: erreur type théorique (équations (40.2) et (40.11), densité par noyau gaussien) et écart-type empirique sur 300 répétitions indépendantes ; position de la graine du traité dans la distribution des répétitions. 1220
40.4 Échantillonnage simple et hypercube latin sur le cas 3, $N = 1\,000$ tirages, 100 répétitions : moyenne et écart-type des estimateurs d'une répétition à l'autre, rapport des variances. 1223

40.5 Stress tests déterministes du cas 3 et probabilité, dans la simulation, d'un résultat au moins aussi défavorable. 1225
40.6 Mesures de risque de la valeur et de la couverture de la dette du cas 3 (10 000 tirages, graine 20261031) ; référence pour la VaR et la CVaR : valeur déterministe de 2 208 566 $. 1226
40.7 Sensibilité globale de la valeur du cas 3 : indices de Sobol de premier ordre et totaux ($N = 20\,000$ par matrice, 180 000 évaluations), corrélation de rang de Spearman et son carré (simulation de 10 000 tirages), amplitude de la tornade entre les quantiles 10 et 90 % (chapitre 47). 1231
40.8 Portefeuille du cas 4 (48 immeubles, six RMR) à un an sous trois structures de corrélation et deux chocs sur le revenu net ; valeur de référence 147 936 000 $; prêts échéant d'ici 2028 renouvelés à +200 pb ; 10 000 tirages, graine 20261031. $n_{<1,20}$ et $n_{<1}$: nombre d'immeubles dont le RCD est inférieur à 1,20 et à 1,00. 1236

41.1 Les quatre tests de la plus haute et meilleure utilisation, dans l'ordre 1248
41.2 Intrants de la méthode résiduelle de développement et leur provenance dans l'ouvrage 1255
41.3 Grille des usages et des normes de la zone fictive H-2f et vérification des programmes 1260
41.4 Programmes, prix de sortie et coûts de construction des quatre usages (dollars du T3 2026, données synthétiques) 1261
41.5 Méthode résiduelle de développement pour les trois usages permis, convention du promoteur-marchand (dollars du T3 2026, données synthétiques) . 1262
41.6 Sensibilité de la valeur résiduelle du triplex (convention du promoteur, cas de base 229 265 $) à chaque hypothèse, les autres étant maintenues 1267
41.7 Prime de l'option de redéveloppement en triplex ($, arbre à deux périodes de cinq ans) selon la volatilité annuelle du prix des unités et la valeur de la maison en usage 1268

42.1 Indicateurs publics du marché de la copropriété au Québec (état au 31 octobre 2026) 1278
42.2 Pièces du dossier d'évaluation d'une fraction de copropriété divise et usage de chacune 1281
42.3 Le sujet et les cinq comparables fictifs : caractéristiques, charges courantes, part du passif du syndicat et prix observé 1289
42.4 Grille d'ajustement de la fraction F4 (dollars ; signe du point de vue du sujet ; $g = 2$ %, $R_c = 8$ %, $\kappa = 1$) 1291
42.5 Sensibilité de la valeur pondérée de F4 ($) au taux de capitalisation des charges R_c et au coefficient de capitalisation du passif κ 1292
42.6 Copropriétés offertes en location et appartements locatifs traditionnels : univers, inoccupation et loyers moyens, octobre 2025 1293
42.7 Étapes et contraintes de la conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise (Loi sur le TAL, art. 51 à 54.14, texte à jour au 15 octobre 2026) 1295
42.8 Analyse de faisabilité de la conversion de l'immeuble fictif de huit logements (dollars de 2026) 1301
42.9 Sensibilité de la valeur de conversion ($, VAN à 10 %) à la rotation annuelle des locataires ρ et à la décote de vente occupée δ ; valeur en bloc 1 572 065 $ 1303

43.1 Effets de l'exposition à un risque environnemental sur les prix résidentiels : résultats de la littérature citée . . . 1312
43.2 Dispositions de la Loi sur la qualité de l'environnement et du Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains qui conditionnent la valeur . . 1320
43.3 Décomposition de l'écart entre la valeur propre et la valeur contaminée du terrain de l'exemple 43.1 (hypothèses fictives) . . . 1322
43.4 Valeur après sinistre et position du propriétaire assuré pour l'immeuble P41 (cas 4, hypothèses fictives) . . . 1324
43.5 Décote des ventes exposées de Rivière-Fictive selon la méthode (logarithme du prix ; erreurs-types robustes ; vérité du générateur pour la cible de chaque estimation) . . . 1329
43.6 Doubles différences sur le logarithme du revenu net trimestriel du cas 4, choc d'inondation injecté en 2019T2 sur trois immeubles . . . 1331
43.7 Sensibilité de la valeur du terrain contaminé de l'exemple 43.1 au stigmate et au délai de réhabilitation ($; valeur propre 2 100 000 $, coût 206 500 $ plus 25 %, taux 6,5 %) . . . 1333

44.1 Quatre catégories de travaux, leur effet sur la valeur et la mesure appropriée 1341
44.2 Composantes du sujet du cas 1 ayant consommé au moins 90 % de leur vie utile (fiche d'état du chapitre 11, données synthétiques) . . . 1342
44.3 La prime verte dans la littérature : études retenues, contexte, résultat principal 1346
44.4 Programmes d'aide à la rénovation et à la construction écoénergétiques, état vérifié au 31 octobre 2026 . . . 1350
44.5 Hypothèses de l'exemple intégral (données vérifiées en romain, hypothèses pédagogiques en italique) . . . 1356
44.6 Indicateurs des mesures énergétiques du sujet du cas 1 ($r = 4{,}58\,\%$, $g = 3{,}0\,\%$; données synthétiques) . . . 1357
44.7 VAN de la thermopompe climat froid ($) selon la durée de vie et le taux d'actualisation ($g = 3{,}0\,\%$; données synthétiques) . . . 1357
44.8 Quatre lectures de la contribution de la thermopompe climat froid à la valeur du sujet du cas 1 (données synthétiques) . . . 1360

45.1 Fiche du mandat (dossier synthétique). . . . 1374
45.2 Identité du sujet (données synthétiques). . . . 1375
45.3 Superficies du sujet selon la convention (données synthétiques, chapitre 12). 1376
45.4 Fiche d'état du sujet : vingt composantes (données synthétiques, chapitre 11). 1377
45.5 Rôle, taxes et droits de mutation du sujet (données synthétiques pour le rôle ; barèmes 2026 réels). . . . 1379
45.6 Indicateurs du marché résidentiel de Gatineau disponibles à la date de rédaction (données réelles, citées en contexte). . . . 1380
45.7 Entonnoir de sélection (données synthétiques, chapitre 16). . . . 1382
45.8 Les cinq comparables retenus (données synthétiques, chapitre 16). . . . 1382
45.9 Grille d'ajustements des cinq comparables, en dollars (données synthétiques, chapitre 17). . . . 1384
45.10 Méthode du coût : composantes et indication (données synthétiques, chapitre 21, chapitre 24 et chapitre 25). . . . 1388

45.11 Modèle hédonique de référence : coefficients utiles au sujet (données synthétiques, chapitre 18). 1390
45.12 Indications, écarts-types attribués et corrélations (données synthétiques, chapitre 20). 1392
45.13 Six schémas de pondération (données synthétiques, chapitre 20). 1393
45.14 Financement de l'acheteur selon la mise de fonds (prix supposé égal à la valeur la plus probable ; taux d'août 2026 ; dossier synthétique). 1398
45.15 Renouvellement au terme de cinq ans (mise de fonds minimale, 25 ans ; solde refinancé sur 240 mois ; dossier synthétique). 1399
45.16 Prêt maximal et mise de fonds requise selon la valeur retenue par le prêteur (prix de 605 000 $; dossier synthétique). 1400
45.17 Les douze éléments du contenu minimal du rapport (règle 2.3) et leur réponse dans le dossier. 1401

46.1 Fiche du mandat (dossier synthétique). 1410
46.2 Composantes du bâtiment, état observé et conséquences retenues (dossier synthétique). 1413
46.3 État locatif du triplex au 1er septembre 2026 : loyer mensuel contractuel, loyer de marché estimé, écart et ancienneté du bail en années (données synthétiques). 1414
46.4 Calendrier de la reprise du logement du rez-de-chaussée par l'acheteur (bail de douze mois échéant le 30 juin 2027). 1417
46.5 Indicateurs de marché retenus à la date d'évaluation (sources publiques, consultées le 31 octobre 2026). 1419
46.6 Normalisation des dépenses de première année : montant déclaré, règle appliquée et montant normalisé (données synthétiques, $ courants). 1421
46.7 Le sujet et les cinq comparables triplex de Limoilou : loyers mensuels moyens par logement, prix et prix par logement en dollars (données synthétiques). 1423
46.8 Régression auxiliaire du logarithme du prix par logement sur 127 ventes de duplex et de triplex (données synthétiques). 1424
46.9 Grille d'ajustements des prix par logement des cinq comparables (données synthétiques, $ par logement). 1424
46.10 Taux globaux candidats et indications par capitalisation directe du revenu net normalisé de 22 595,03 $ (données synthétiques). 1428
46.11 Indication par le coût selon la valeur unitaire du terrain, la vie économique et la fraction de vie consommée (données synthétiques, hypothèses déclarées). 1430
46.12 Financement résidentiel assuré de l'acheteur-occupant au prix de 920 000 $ et coût net d'occupation du rez-de-chaussée, première année complète (données synthétiques). 1433
46.13 Sensibilité du financement et du coût d'occupation au taux, à la mise de fonds et à l'amortissement (prix 920 000 $, données synthétiques, $). 1434
46.14 Réconciliation des indications de valeur (données synthétiques). 1436
46.15 Sensibilité de la valeur pondérée à la pondération des trois indications (données synthétiques). 1438
46.16 Contenu minimal du rapport (NPP, règle 2.3) et correspondance avec le dossier. 1440

47.1 Fiche du mandat (dossier synthétique). 1450

47.2 Composantes du bâtiment, état observé et dépenses en capital retenues (dossier synthétique). . . . 1453
47.3 Indicateurs de marché retenus à la date d'évaluation (sources publiques, consultées le 31 octobre 2026). . . . 1454
47.4 État locatif au 1er septembre 2026 : loyer contractuel, loyer de marché estimé et écart (données synthétiques). . . . 1455
47.5 Construction du revenu brut effectif de première année (données synthétiques). 1459
47.6 Dépenses d'exploitation déclarées par le vendeur, 2023 à 2025 (données synthétiques, $ courants). . . . 1460
47.7 Normalisation des dépenses : base 2025, règle appliquée et montant de première année (données synthétiques). . . . 1461
47.8 Les dix ventes comparables les plus proches du sujet (sur quarante), classées par distance d'attributs (données synthétiques). . . . 1463
47.9 Statistiques des taux globaux extraits des quarante ventes et indications de valeur correspondantes pour le sujet (données synthétiques). . . . 1463
47.10 Hypothèses de la projection de flux actualisés et leur justification. . . . 1466
47.11 Projection des flux sur dix ans et revenu de l'année 11 servant à la valeur terminale (données synthétiques, $ courants). . . . 1467
47.12 Grille d'ajustement des prix par logement (données synthétiques, $ par logement). . . . 1470
47.13 Dimensionnement du prêt et indicateurs de levier, sur la base de l'indication DCF (données synthétiques). . . . 1472
47.14 Renouvellement du prêt à l'échéance du terme de cinq ans : service de la dette et ratios de couverture selon le taux renouvelé (données synthétiques). 1473
47.15 Variante APH Select (50 points : RPV 85 %, RCD 1,10) sur la valeur finale de 2 060 000 $, taux 4,12 %, trois amortissements (données synthétiques). . . . 1475
47.16 Lois déclarées des intrants de la simulation (10 000 tirages, graine 20261031) et quantiles effectivement tirés. . . . 1476
47.17 Résultats de la simulation : valeur, ratios de couverture et corrélations de rang (données synthétiques). . . . 1478
47.18 Réconciliation des indications de valeur (données synthétiques). . . . 1480
47.19 Contenu minimal du rapport (NPP, règle 2.3) et correspondance avec le dossier. 1482

48.1 Fiche du mandat (dossier synthétique). . . . 1493
48.2 Sommaire du portefeuille par région métropolitaine (données synthétiques, valeurs au 30 juin 2026). . . . 1494
48.3 Distribution du portefeuille selon la taille, l'âge et l'état (données synthétiques). 1497
48.4 Indicateurs des six marchés régionaux à la date d'évaluation (sources publiques, consultées le 31 octobre 2026 ; aucune donnée synthétique). . . . 1498
48.5 Modèle d'évaluation de masse du taux global : coefficients, erreurs-types HC1, effets en proportion du taux et en points de base au taux pondéré du portefeuille (données synthétiques, $n = 48$). . . . 1501
48.6 Annexe par immeuble : caractéristiques, taux retenu et taux prédit, indication individuelle et valeur prédite, ratio, ratio prêt-valeur et échéance de la dette (données synthétiques). . . . 1502

48.7 Statistiques de ratio (modèle de masse / indications individuelles) pour le portefeuille et par région, et seuils de l'IAAO pour les immeubles à revenus (données synthétiques). 1504
48.8 Croissance et volatilité annualisées des revenus nets, 2016T1 à 2026T2, par région et pour le portefeuille (données synthétiques). 1506
48.9 Immeubles exposés à un risque environnemental : effet du risque sur le taux et sur la valeur selon le modèle de masse (données synthétiques). 1509
48.10 Échéancier de la dette et couverture au renouvellement selon la hausse du taux, revenu net 2026 constant (données synthétiques, amortissement 480 mois). 1512
48.11 Couverture de la dette du portefeuille selon l'hypothèse d'amortissement, la hausse du taux au renouvellement et la trajectoire du revenu net (données synthétiques). 1513
48.12 Paramètres déclarés de la simulation (10 000 tirages, graine 20261031). . . 1515
48.13 Distribution de la valeur du portefeuille selon le régime de dépendance : statistiques, valeur à risque et diversification (données synthétiques, 10 000 tirages). 1516
48.14 Diversification à deux niveaux : valeur à risque par région et pour le portefeuille sous la corrélation déclarée (données synthétiques). 1518
48.15 Les six immeubles les mieux et les moins bien classés selon le rendement total attendu, le risque et les drapeaux (données synthétiques). 1519
48.16 Paramètres de la frontière rendement-risque par région et portefeuilles remarquables (données synthétiques). 1521
48.17 Réconciliation : indication, contrôles et valeur du portefeuille retenue (données synthétiques). 1522
48.18 Contenu minimal du rapport (NPP, règle 2.3) et particularités du rapport de portefeuille. 1524

A.1 Glossaire français–anglais des termes de l'ouvrage, avec renvoi au chapitre principal 1534

B.1 Échelle de cotation de l'état des composantes utilisée dans les formulaires . 1570
B.2 Formulaire 1 — Inspection d'évaluation d'une maison unifamiliale 1571
B.3 Formulaire 2 — Compléments pour un immeuble de deux à cinq logements (une section M par logement) 1576
B.4 Formulaire 3 — Compléments pour un immeuble de six logements et plus . 1578
B.5 Pathologies à rechercher lors de l'inspection : contexte, signes, conduite à tenir 1581
B.6 Formulaire 1 rempli pour le sujet du cas 1 (inspection fictive du 1er septembre 2026, celle du chapitre 11 ; données synthétiques) 1586

C.1 Plan commenté du rapport narratif complet et correspondance avec les douze éléments de la règle 2.3 des NPP 1593
C.2 Sections supplémentaires du rapport d'un immeuble multilogement et tableaux attendus 1597
C.3 Grille du rapport abrégé (formulaire court) : rubriques et champs 1599
C.4 Liste de contrôle de révision d'un rapport d'évaluation 1605

E.1 Scripts du dépôt (modules, calculs, figures, tests, outils) 1616
E.2 Jeux de données synthétiques 1628

PARTIE I

Fondements économiques

CHAPITRE 1

1

Théorie de la valeur et prix immobiliers

Tout l'édifice de l'évaluation immobilière repose sur une distinction que le langage courant efface sans cesse : celle qui sépare le prix auquel un immeuble s'est vendu, la valeur qu'on lui attribue et le coût qu'il a fallu engager pour le construire. Le prix est un fait, daté et observable ; la valeur est une estimation, c'est-à-dire une opinion motivée sur un prix qui n'a pas encore eu lieu ; le coût est une dépense, qui n'a de rapport avec la valeur que si le marché le veut bien. Le présent chapitre fonde cette distinction en théorie économique, puis en tire les principes qui gouvernent toutes les méthodes des parties suivantes : substitution, anticipation, contribution, équilibre, conformité, rendements décroissants et plus haute et meilleure utilisation. Il montre ensuite pourquoi deux immeubles identiques ne se vendent pas au même prix et propose la définition opératoire de la valeur marchande qui servira dans tout l'ouvrage, celle d'une espérance conditionnelle, avant d'examiner les biais de jugement qui menacent l'évaluateur lorsqu'il passe des prix observés à la valeur estimée. Les illustrations chiffrées proviennent du dossier synthétique de la maison de Gatineau (cas 1), dont le modèle hédonique de référence est partagé avec les chapitres 16 et 18.

Objectifs pédagogiques

- Distinguer rigoureusement prix, valeur marchande, valeur au rôle, valeur d'investissement et coût, et savoir lequel de ces termes employer dans chaque phrase d'un rapport.
- Relier la valeur aux quatre facteurs économiques qui la créent : utilité, rareté, désirabilité et pouvoir d'achat.
- Énoncer les sept principes d'évaluation et reconnaître, dans un dossier, la méthode ou l'ajustement qui en découle.
- Décrire le bien immobilier comme un panier d'attributs (Lancaster, Rosen) et comme un actif producteur de flux, et montrer que les deux descriptions conduisent au même prix d'équilibre.
- Expliquer, par un modèle de recherche, pourquoi les prix de biens identiques se dispersent et comment la liquidité et le délai de vente s'échangent contre le prix.
- Définir la valeur marchande comme l'espérance conditionnelle du prix et en déduire les conséquences pratiques : médiane, moyenne et mode, intervalle de prédiction,

nombre de ventes nécessaires.
– Reconnaître le biais d'ancrage et adopter un protocole de travail qui en limite l'effet.

1.1 Valeur, prix, coût : trois notions

1.1.1 Le prix : un fait

Le **prix** est la contrepartie en argent convenue entre un vendeur et un acheteur pour le transfert d'un droit sur un immeuble. Le Code civil du Québec en fait l'élément constitutif de la vente : le vendeur transfère la propriété d'un bien « moyennant un prix en argent » que l'acheteur s'oblige à payer (Québec 1991, art. 1708). Un prix a trois propriétés qui le distinguent de tout ce qui suit. Il est *historique* : il a été convenu à une date précise, celle de l'acceptation de la promesse d'achat, et il porte l'empreinte des conditions du marché à cette date. Il est *particulier* : il résulte de la rencontre de deux parties déterminées, avec leurs besoins, leurs contraintes de temps, leur information et leur habileté à négocier, et une autre paire de parties aurait conclu un autre prix pour le même bien le même jour. Il est enfin *observable*, au moins en principe : au Québec, le prix déclaré dans l'acte de vente est publié au registre foncier et il sert d'assiette aux droits de mutation (chapitre 13). Le prix ne dit donc rien par lui-même de ce que le bien « vaut » ; il dit ce que ces deux personnes ont accepté ce jour-là.

1.1.2 La valeur : une estimation

La **valeur** n'est pas une propriété physique de l'immeuble que l'on pourrait mesurer comme sa superficie. C'est une *opinion* sur le prix qu'il obtiendrait dans des conditions précisées. Le Code des professions définit d'ailleurs l'acte réservé à l'évaluateur agréé comme le fait de « formuler, en toutes matières, une opinion dûment motivée de la valeur d'un bien ou d'un droit immobilier » (Québec 1973a, art. 37 j)). Le mot *opinion* n'y est pas une concession à la subjectivité, mais la reconnaissance que la valeur porte sur un événement hypothétique, une vente qui n'a pas eu lieu, et qu'elle ne peut être qu'inférée des ventes qui ont eu lieu. Le mot *motivée* impose en retour que l'inférence soit explicite, documentée et reproductible : c'est tout l'objet de ce traité.

Parce qu'elle dépend des conditions que l'on précise, la valeur n'est jamais une notion unique. Les **bases de valeur** sont les ensembles de conditions sous lesquelles l'estimation est produite, et le chapitre 2 les compare en détail. Il suffit ici d'en distinguer quatre, parce que leur confusion est la source la plus fréquente d'erreurs de raisonnement. La **valeur marchande** est le prix le plus probable d'une vente sur un marché libre, entre parties informées et non contraintes, après une exposition suffisante ; c'est la base par défaut de l'évaluation professionnelle. La **valeur au rôle** est la « valeur réelle » inscrite au rôle d'évaluation foncière aux fins de la taxation municipale : elle est elle aussi un prix le plus probable, mais à une date de référence fixée par la loi, souvent antérieure de deux à quatre ans à la date où l'on consulte le rôle, et selon des conventions propres (chapitre 9). La **valeur d'investissement** est la valeur d'un bien *pour un investisseur déterminé*, compte tenu de ses objectifs, de son coût du capital, de sa fiscalité et de ses synergies ; elle diffère légitimement de la valeur marchande, et c'est précisément cette différence qui motive les transactions. La **valeur d'usage** enfin est la valeur du bien dans l'emploi que son détenteur en fait, sans

égard au marché. Chaque fois qu'un rapport ou un article de presse écrit « la valeur », le lecteur doit se demander laquelle.

1.1.3 Le coût : une dépense

Le **coût** est la somme des dépenses nécessaires pour produire le bien : acquérir le terrain, le viabiliser, construire le bâtiment, payer les honoraires, les permis, le financement intercalaire et la rémunération du promoteur. Le coût regarde vers le passé, ou vers un passé reconstitué : c'est ce qu'il a fallu, ou ce qu'il faudrait, dépenser. La valeur regarde vers l'avenir : c'est ce que le marché est disposé à payer pour les services que le bien rendra. Rien ne garantit que les deux coïncident. Un bâtiment construit à grands frais dans un secteur où personne ne veut habiter vaut moins que son coût ; un terrain acheté pour une bouchée de pain avant l'arrivée du train léger vaut davantage. La méthode du coût (chapitres 21 et 24) ne contredit pas cette asymétrie : elle part du coût, puis elle retranche les dépréciations qui mesurent justement l'écart entre ce que le bien a coûté et ce que le marché en veut.

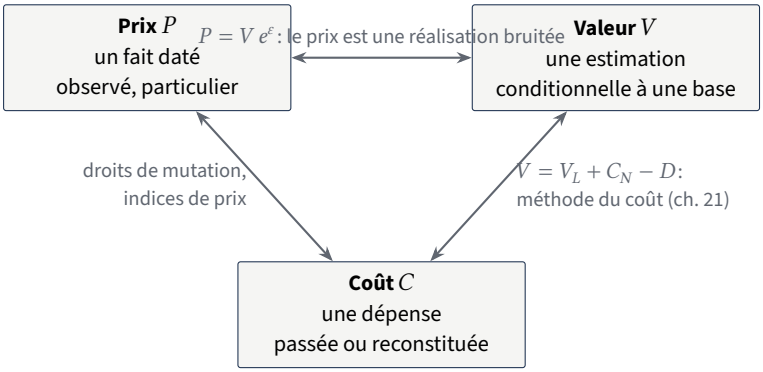


Figure 1.1. Les trois notions et ce qui les relie. Le prix est une réalisation particulière autour de la valeur ; le coût n'est relié à la valeur que par l'intermédiaire des dépréciations, qui mesurent l'écart entre ce que le bien a coûté et ce que le marché en veut.

Source : schéma de l'auteur.

1.1.4 Pourquoi prix et valeur divergent

Si la valeur est le prix le plus probable, le prix effectivement observé s'en écarte pour des raisons qui tiennent à la transaction et non au bien. Il est commode de représenter cet écart par un terme multiplicatif aléatoire :

$$P_j = V_j\, e^{\varepsilon_j}, \qquad \text{soit} \qquad \ln P_j = \ln V_j + \varepsilon_j, \quad \mathrm{E}[\varepsilon_j] = 0,\ \mathrm{Var}[\varepsilon_j] = \sigma^2. \tag{1.1}$$

Le terme ε_j rassemble tout ce que la vente j a de particulier : l'urgence du vendeur ou de l'acheteur, l'information imparfaite de l'un ou de l'autre, le nombre d'offres concurrentes reçues, l'habileté des courtiers, la date exacte dans un marché qui bouge, et les caractéristiques du bien que l'observateur ne voit pas. L'écriture logarithmique est préférée à l'écriture additive parce que les écarts de négociation sont proportionnels au prix : on marchande cinq pour cent d'une maison de 400 000 $ comme d'une maison de 900 000 $, non un montant fixe. Le tableau 1.1 résume les trois notions et leurs attributs ; la section 1.5 donnera une

mesure de σ et une explication économique de son existence, et la section 1.6 montrera que l'équation (1.1) suffit à définir la valeur marchande de façon opératoire.

Tableau 1.1. Prix, valeur et coût : trois notions à ne jamais confondre

	Prix	Valeur	Coût
Nature	Fait : contrepartie convenue	Opinion : prix le plus probable sous une base déclarée	Dépense : somme des intrants nécessaires
Temps	Passé, daté (promesse d'achat)	Date d'évaluation (prospectif)	Passé ou reconstitué à la date d'évaluation
Particularité	Propre à deux parties	Propre à un marché et à une base	Propre à une technique et à un lieu
Observabilité	Registre foncier, courtage	Jamais observée ; inférée des prix	Devis, soumissions, guides de coûts
Pluralité	Un seul par transaction	Autant que de bases (marchande, rôle, investissement, usage)	Reproduction ou remplacement
Rôle dans l'ouvrage	Donnée d'entrée (ch. 13–16)	Résultat de l'évaluation	Intrant de la méthode du coût (ch. 21–25)

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026), International Valuation Standards Council (2025) et Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024).

Au Québec

Trois textes québécois fixent le vocabulaire. Les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec définissent la valeur marchande comme le « prix sincère le plus probable » d'une vente réelle ou présumée, à une date donnée, « sur un marché libre et ouvert à la concurrence », assortie de quatre conditions : parties bien informées, exposition suffisante, paiement comptant ou l'équivalent, prix épuré des incitatifs et des conditions de financement avantageuses (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, Intro-11). La Loi sur la fiscalité municipale définit la valeur réelle d'une unité d'évaluation comme « sa valeur d'échange sur un marché libre et ouvert à la concurrence, soit le prix le plus probable » d'une vente de gré à gré entre parties qui n'y sont pas obligées et qui sont raisonnablement informées de l'état de l'unité, de l'utilisation qui peut le plus probablement en être faite et des conditions du marché (Québec 1979b, art. 43) ; cette valeur est établie à la date de référence du 1er juillet du deuxième exercice précédant l'entrée en vigueur du rôle (Québec 1979b, art. 46), ce qui explique que la valeur au rôle d'un immeuble, lue en 2026 sur un rôle 2026-2028, décrive le marché du 1er juillet 2024. Enfin, le Code des professions réserve à l'évaluateur agréé l'opinion « dûment motivée » de la valeur (Québec 1973a, art. 37 j)). Les trois textes convergent : la valeur est un prix *probable*, non un prix constaté, et elle est indissociable d'une date. Les normes internationales disent la même chose en d'autres mots : la valeur marchande est « the estimated amount for which an asset and/or liability should exchange on the valuation date between a willing buyer and a

willing seller in an arm's-length transaction, after proper marketing » (International Valuation Standards Council 2025, IVS 102, A10.01), et les normes canadiennes parlent de « the most probable price, as of a specified date, in cash, or in terms equivalent to cash » (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3). Textes consultés le 31 octobre 2026.

1.2 Les quatre facteurs de la valeur

La tradition de l'évaluation, héritée de l'économie classique et formalisée par les manuels nord-américains (Appraisal Institute 2026 ; UBC Real Estate Division 2010), enseigne qu'un bien n'a de valeur que si quatre conditions sont réunies simultanément : il doit être utile, rare, désiré, et les personnes qui le désirent doivent pouvoir le payer. Aucune de ces conditions ne suffit seule ; la valeur naît de leur conjonction, et elle disparaît si l'une manque.

L'**utilité** est la capacité du bien à satisfaire un besoin : abriter un ménage, produire un loyer, servir d'emplacement à un commerce. L'utilité d'un immeuble est multidimensionnelle, parce qu'un logement rend simultanément des services d'espace, de localisation, de confort, de sécurité et de statut ; la section 1.4 donnera à cette idée sa forme moderne. La **rareté** est la limitation de l'offre par rapport à la demande : le sol est rare par nature, parce qu'il n'est pas reproductible et que chaque emplacement est unique, et le bâti est rare à court terme, parce qu'il faut des années pour construire. Un bien utile mais abondant, l'air, n'a pas de prix. La **désirabilité**, que les manuels appellent aussi la demande effective, est le fait que des acheteurs veuillent réellement le bien ; elle dépend des goûts, de la démographie, des modes, de l'information et des anticipations. Le **pouvoir d'achat** enfin est la capacité des acheteurs de payer : revenus, épargne, et surtout accès au crédit, puisque la quasi-totalité des achats résidentiels est financée par hypothèque. C'est par ce canal que la politique monétaire agit sur les prix : une hausse des taux ne change ni l'utilité ni la rareté des maisons, mais elle réduit le montant que les ménages peuvent emprunter pour un même paiement mensuel, et donc le prix qu'ils peuvent offrir (chapitres 3 et 31).

Le tableau 1.2 rattache chaque facteur aux variables que l'évaluateur mesure concrètement et à la partie de l'ouvrage qui les traite. La lecture par les quatre facteurs est utile en diagnostic : lorsqu'un marché local s'effondre, c'est presque toujours parce que l'un des quatre s'est dérobé, et savoir lequel oriente l'analyse. La fermeture d'une usine en région ressource atteint la désirabilité et le pouvoir d'achat ; une vague de construction de copropriétés atteint la rareté ; une contamination découverte atteint l'utilité.

1.3 Les principes d'évaluation

Les manuels professionnels énoncent une dizaine de principes qui gouvernent la formation des valeurs. Ce ne sont pas des lois au sens juridique, ni des théorèmes au sens mathématique, mais des régularités économiques dont chaque méthode d'évaluation est une application. Les sept qui suivent sont les plus féconds ; le tableau 1.4 en résume les implications, et chacun est illustré par un chiffre du dossier du cas 1, dont le modèle hédonique de référence (section 1.4) a été estimé sur six cents ventes synthétiques. Le lecteur trouvera dans ces illustrations une première rencontre avec les chiffres qui reviendront, exactement les mêmes, aux chapitres 16 à 18 et 45.

Tableau 1.2. Les quatre facteurs de la valeur et leur traduction opérationnelle

Facteur	Ce qu'il désigne	Variables mesurées par l'évaluateur	Chapitres
Utilité	Capacité à satisfaire un besoin	Superficie, pièces, état, qualité, localisation, loyers potentiels	11, 12, 26
Rareté	Offre limitée relativement à la demande	Stock, mises en chantier, inventaire, taux d'inoccupation, contraintes de zonage	3, 8, 15
Désirabilité	Demande effective pour le bien	Ventes, délais de vente, ratio prix demandé/prix obtenu, migration, ménages	4, 15
Pouvoir d'achat	Capacité de payer	Revenus, taux hypothécaires, règles d'admissibilité, mise de fonds	3, 31

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026).

Données synthétiques

Le dossier du cas 1 est synthétique. Le fichier `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` contient 600 ventes fictives d'unifamiliales réparties dans les cinq secteurs de Gatineau entre janvier 2023 et août 2026, et `cas1_gatineau_sujet.json` décrit le sujet : un cottage à étages de 1998, de 165 m² habitables sur un terrain de 620 m², dans le secteur de Hull, évalué au 1er septembre 2026. Les ventes ont été générées par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon des lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` et calibrées sur les prix médians par secteur publiés par l'APCIQ pour le troisième trimestre de 2026 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c). Le modèle hédonique de référence est la fonction `traite.cas1.hedonique`, partagée par tous les chapitres qui utilisent ce dossier. Tous les chiffres du présent chapitre sont reproduits par `analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch01.py`. Aucune adresse, aucune transaction et aucune personne réelles ne sont décrites.

1.3.1 Substitution

Le **principe de substitution** affirme qu'un acheteur informé ne paiera pas, pour un bien, davantage que le coût d'acquisition d'un bien de substitution d'utilité équivalente et disponible dans un délai raisonnable. C'est le principe fondateur des trois méthodes : la comparaison substitue des immeubles vendus (chapitre 16), le coût substitue la construction d'un équivalent (chapitre 21), le revenu substitue un placement de rendement équivalent (chapitre 29). Son implication immédiate est que le prix d'un immeuble est *borné* par les prix des substituts disponibles au même moment : il ne peut s'en écarter durablement que si les substituts n'existent pas ou ne sont pas connus. Dans le cas 1, les cinq comparables retenus au chapitre 16 se sont vendus entre 506 500 $ et 624 500 $; aucun n'est identique au sujet, et la section 1.6 montrera que leurs prix bruts se situent tous sous la valeur estimée du sujet (635 821 $), parce qu'ils sont plus petits, plus anciens dans le temps ou dépourvus de garage. La substitution ne dit pas que le sujet vaut la moyenne de ces prix ; elle dit que sa valeur est

reliée à ces prix par les différences qui le séparent de chacun, et que le travail de l'évaluateur consiste à mesurer ces différences.

1.3.2 Anticipation

Le **principe d'anticipation** affirme que la valeur est créée par l'attente des avantages futurs, non par les avantages passés. On n'achète pas un immeuble pour les loyers qu'il a versés à son ancien propriétaire, mais pour ceux qu'il versera ; on n'achète pas une maison pour le confort qu'elle a procuré, mais pour celui qu'elle procurera. Le principe a deux conséquences. La première fonde la méthode du revenu : la valeur d'un immeuble locatif est la somme actualisée de ses revenus nets futurs, ce que la section 1.4.4 formalisera et que les chapitres 29 et 30 développeront. La seconde concerne tous les immeubles : les anticipations de hausse ou de baisse des prix sont elles-mêmes capitalisées dans les prix courants, de sorte qu'un marché peut monter parce que l'on s'attend à ce qu'il monte, ce qui est le mécanisme des bulles qu'étudie Shiller (2015). Dans le cas 1, le modèle de référence estime une tendance de 0,36 % par mois, soit 4,46 % par année en taux composé : la même maison, vendue vingt-six mois plus tôt à la date de référence du rôle (1er juillet 2024), aurait eu une valeur estimée de 578 436 $ au lieu de 635 821 $. L'écart de 9,9 % ne tient à aucun changement du bien ; il tient à la date, c'est-à-dire aux conditions du marché et aux anticipations qui les portent. C'est pourquoi la valeur est indissociable de sa date, et pourquoi l'ajustement de conditions du marché est le premier ajustement de toute grille de comparaison (chapitre 17).

1.3.3 Contribution

Le **principe de contribution** affirme que la valeur d'une composante d'un immeuble est mesurée par ce qu'elle ajoute à la valeur de l'ensemble, non par son coût. Un garage ajoute à la valeur d'une maison ce que les acheteurs sont prêts à payer de plus pour une maison avec garage, que le garage ait coûté 30 000 $ ou 60 000 $. Le principe est la clé de la méthode de comparaison, où chaque ajustement est une contribution marchande, et il explique la *désuétude fonctionnelle* de la méthode du coût (chapitre 24) : une composante dont le coût dépasse la contribution est, par définition, une surconstruction. Dans le cas 1, le modèle de référence attribue au garage simple du sujet un effet de 3,3 % sur le prix, soit une contribution de 20 291 $ à la valeur estimée ; au sous-sol fini, 2,2 %, soit 13 829 $; et au fait que le bâtiment soit à étages plutôt que de plain-pied, 3,1 %, soit 18 860 $. Ces montants sont ce que le marché synthétique « paie » pour chaque attribut ; ils ne doivent rien au coût de l'attribut, et c'est l'écart entre les deux qui, dans un marché réel, guide le propriétaire qui hésite à rénover (chapitre 44).

1.3.4 Équilibre

Le **principe d'équilibre** affirme que la valeur est maximale lorsque les facteurs de production, terrain, bâtiment, capital et gestion, sont combinés dans des proportions appropriées. Un bâtiment trop grand pour son terrain, ou un terrain trop vaste pour son bâtiment, vaut moins que la somme de ce que vaudraient les deux dans des proportions équilibrées. Le principe se lit dans les élasticités du modèle de référence : un accroissement de dix pour cent de la superficie habitable augmente le prix de 5,4 % environ, mais un accroissement de dix pour cent du terrain ne l'augmente que de 0,9 %, dans un secteur bâti où le terrain supplémentaire a peu d'usages. Le ménage qui paierait un terrain double au prix du mètre carré du

terrain moyen commettrait l'erreur que le principe d'équilibre dénonce ; et l'évaluateur qui ajusterait le terrain à ce prix la reproduirait. Le chapitre 25 reviendra sur la valeur du terrain en excédent.

1.3.5 Conformité et externalités

Le **principe de conformité** affirme que la valeur d'un immeuble est maximale lorsqu'il s'harmonise avec son voisinage : la maison la plus chère d'une rue modeste se vend moins que son coût, et la maison la plus modeste d'une rue cossue se vend plus que ses attributs propres ne le justifient. Le principe est un cas particulier d'un fait plus général, que l'économie urbaine appelle les **externalités** et que le chapitre 5 développe : la valeur d'un immeuble dépend de ce qui l'entoure. Dans le cas 1, le sujet placé tel quel, avec les mêmes attributs, dans chacun des cinq secteurs de Gatineau aurait une valeur estimée de 692 518 $ à Aylmer (8,9 % de plus qu'à Hull), de 621 798 $ dans le secteur de Gatineau (−2,2 %), de 494 999 $ à Buckingham (−22,1 %) et de 488 712 $ à Masson-Angers (−23,1 %). Le bâtiment n'a pas changé ; son environnement a changé, et avec lui la valeur. C'est la raison pour laquelle la localisation est le premier critère de comparabilité (chapitre 16) et pour laquelle les modèles spatiaux du chapitre 19 sont indispensables.

1.3.6 Rendements décroissants

Le **principe des rendements décroissants** affirme que l'ajout successif d'unités d'un même facteur accroît la valeur de moins en moins. Il se manifeste dans toutes les études hédoniques par une élasticité du prix à la superficie inférieure à l'unité : dans le cas 1, elle vaut 0,539. Il en résulte que le prix *marginal* du mètre carré est inférieur au prix *moyen*. Pour le sujet, le prix moyen est de 3 853 $/m² (la valeur estimée divisée par 165 m²), mais le prix marginal, c'est-à-dire la valeur ajoutée par le dernier mètre carré, n'est que de 2 077 $/m² :

$$\frac{\partial V}{\partial S} = \beta_S \frac{V}{S}, \qquad \text{soit} \qquad \text{prix marginal} = \beta_S \times \text{prix moyen}, \tag{1.2}$$

où β_S est l'élasticité. Dix mètres carrés de plus ajouteraient 20 491 $ à la valeur du sujet ; les dix suivants, 19 958 $ seulement. Le principe a une conséquence directe sur la pratique : ajuster la superficie d'un comparable au prix moyen du mètre carré, comme on le fait trop souvent, surestime l'ajustement d'un facteur $1/\beta_S$, soit ici de près du double. Le chapitre 17 en tire la règle d'ajustement correcte.

1.3.7 Plus haute et meilleure utilisation

Le principe de la **plus haute et meilleure utilisation** (PHMU, *highest and best use*) affirme que la valeur d'un bien est déterminée par l'usage qui, parmi ceux qui sont physiquement possibles, légalement permis, financièrement réalisables et maximalement productifs, lui procure la valeur la plus élevée. Les normes internationales le formulent comme « the use, from a participant perspective, that would produce the highest value for an asset » (International Valuation Standards Council 2025, IVS 102, A90.01), et la Loi sur la fiscalité municipale l'intègre à la définition même de la valeur réelle par la référence à « l'utilisation qui peut le plus probablement en être faite » (Québec 1979b, art. 43). Le principe tranche une question que les trois autres laissent ouverte : par rapport à quel usage mesure-t-on la valeur ? Un terrain occupé par une maison modeste dans un secteur où le

zonage permet des immeubles de trois logements ne vaut pas la maison ; il vaut le plus élevé de la valeur de la maison et de la valeur du terrain pour le triplex, déduction faite du coût de la démolition. Le tableau 1.3 en donne une illustration hypothétique à chiffres déclarés : pour un terrain donné, la valeur résiduelle que laisse chaque usage, produit fini moins coût total de réalisation, désigne l'usage optimal. Ici l'usage actuel l'emporte, de peu ; un recul du coût de construction du duplex ou une hausse de son prix de vente renverserait la conclusion, et l'évaluateur devrait alors écrire que la maison existante ne représente plus la PHMU du terrain. Le chapitre 41 développe l'analyse et ses quatre tests.

Tableau 1.3. Illustration hypothétique du principe de la plus haute et meilleure utilisation : valeur résiduelle d'un même terrain selon trois usages (chiffres déclarés, non calibrés)

Usage	Valeur du produit fini ($)	Coût total de réalisation ($)	Valeur résiduelle du terrain ($)
Unifamiliale (usage actuel)	640 000	470 000	170 000
Duplex	880 000	720 000	160 000
Triplex (si le zonage le permet)	1 150 000	1 010 000	140 000

Source : hypothèses pédagogiques de l'auteur, `analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py` ; le coût total comprend la construction, les frais indirects et le profit du promoteur.

Tableau 1.4. Les sept principes d'évaluation, leurs implications méthodologiques et leur illustration dans le cas 1 (données synthétiques)

Principe	Implication pour l'évaluateur	Illustration (cas 1)
Substitution	Fonde les trois méthodes ; la valeur est bornée par les prix des substituts	Cinq comparables vendus de 506 500 $ à 624 500 $
Anticipation	La valeur est datée ; les revenus et les variations de prix attendus sont capitalisés	Tendance de 4,46 % par an ; même maison : 578 436 $ en juillet 2024, 635 821 $ en septembre 2026
Contribution	Chaque ajustement mesure un apport marchand, non un coût	Garage 20 291 $, sous-sol fini 13 829 $, étages 18 860 $
Équilibre	Les facteurs se combinent dans des proportions optimales ; le terrain en excédent vaut peu	Élasticités : superficie 0,54, terrain 0,09
Conformité	La valeur dépend du voisinage ; la localisation est le premier critère de comparabilité	Sujet relocalisé : de 488 712 $ (Masson-Angers) à 692 518 $ (Aylmer)
Rendements décroissants	Prix marginal $<$ prix moyen ; ne pas ajuster la superficie au prix moyen	Prix moyen 3 853 $/m^2, prix marginal 2 077 $/m^2
PHMU	La valeur se mesure pour l'usage optimal, non pour l'usage actuel	Résidu du terrain : unifamiliale 170 000 $, duplex 160 000 $, triplex 140 000 $ (hypothèses)

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py, graine 20261031 ; dernière ligne : hypothèses déclarées

1.4 Le bien immobilier comme panier d'attributs et comme actif

Les principes de la section précédente sont des régularités ; la théorie économique moderne en donne le fondement. Deux descriptions du bien immobilier coexistent, et il importe de voir qu'elles ne se contredisent pas : le logement est un *panier d'attributs* qui procurent de l'utilité à son occupant, et il est un *actif* qui procure des flux à son détenteur. La première description fonde la méthode de comparaison et les modèles hédoniques ; la seconde fonde la méthode du revenu. Le prix d'équilibre doit satisfaire les deux.

1.4.1 L'utilité porte sur les caractéristiques : Lancaster

Dans la théorie classique du consommateur, l'utilité est une fonction des quantités de biens consommés. Lancaster (1966) a proposé de la définir plutôt sur les *caractéristiques* que les biens possèdent : un ménage ne tire pas d'utilité d'« une maison », mais de la superficie, du nombre de chambres, de la proximité du travail, de la qualité de l'école du quartier et du calme que cette maison lui procure. Formellement, si le bien j est décrit par un vecteur de caractéristiques $\mathbf{z}_j = (z_{j1}, \dots, z_{jK})$, l'utilité du ménage s'écrit

$$U = U(\mathbf{z}, x), \qquad \text{sous la contrainte} \qquad p(\mathbf{z}) + x = y, \tag{1.3}$$

où x est la consommation de tous les autres biens (numéraire), y le revenu et $p(\mathbf{z})$ le prix du logement de caractéristiques $\mathbf{z}$. Ce déplacement de l'objet de l'utilité a trois conséquences pour l'évaluateur. Il rend comparables des biens hétérogènes : deux maisons différentes sont deux points dans le même espace de caractéristiques, et la « distance » entre elles a un sens (chapitre 16). Il justifie la décomposition du prix en contributions : si l'utilité dépend des caractéristiques, le prix doit en dépendre aussi, et chaque caractéristique a un *prix implicite*. Il explique enfin la substitution : deux paniers de caractéristiques différents peuvent procurer la même utilité, et l'acheteur choisit le moins cher.

1.4.2 L'équilibre hédonique : Rosen

Rosen (1974) a montré comment la fonction de prix $p(\mathbf{z})$ se forme sur un marché où des acheteurs hétérogènes rencontrent des vendeurs hétérogènes. Chaque acheteur possède une **fonction d'enchère** $\theta(\mathbf{z}; u, y)$, le montant maximal qu'il paierait pour un bien de caractéristiques $\mathbf{z}$ tout en conservant le niveau d'utilité u ; chaque vendeur ou producteur possède une **fonction d'offre** $\phi(\mathbf{z}; \pi)$, le montant minimal qu'il accepterait pour produire $\mathbf{z}$ en conservant le profit π. À l'équilibre, chaque acheteur choisit le $\mathbf{z}$ qui égalise sa disposition marginale à payer et le prix marginal, et de même chaque vendeur :

$$\frac{\partial \theta}{\partial z_k} = \frac{\partial p}{\partial z_k} = \frac{\partial \phi}{\partial z_k}, \qquad k = 1, \dots, K. \tag{1.4}$$

La fonction de prix observée $p(\mathbf{z})$ est l'*enveloppe* des fonctions d'enchère et des fonctions d'offre : en chaque point, elle est tangente à l'enchère de l'acheteur et à l'offre du vendeur qui s'y sont appariés (figure 1.2). Il en découle deux leçons que l'on oublie souvent. La première est que le prix implicite $\partial p / \partial z_k$ est un prix d'équilibre *marginal* : il mesure ce que l'acheteur marginal paie pour une unité de plus de z_k au point $\mathbf{z}$, et rien n'impose qu'il soit constant d'un point à l'autre de l'espace des caractéristiques. L'évaluateur qui transporte un ajustement de garage d'un marché de maisons à 400 000 $ vers un marché de maisons

à 900 000 $ suppose implicitement une linéarité que la théorie n'autorise pas. La seconde leçon est que $p(\mathbf{z})$ n'est ni une fonction de demande ni une fonction d'offre, mais le lieu des appariements : elle ne révèle les préférences qu'au point de tangence, ce qui est la source des difficultés d'identification étudiées par Epple (1987), Ekeland et al. (2004) et Bajari et Benkard (2005), et qui importe pour l'évaluateur chaque fois qu'il veut prédire l'effet d'un changement *non marginal* d'un attribut (chapitre 18).

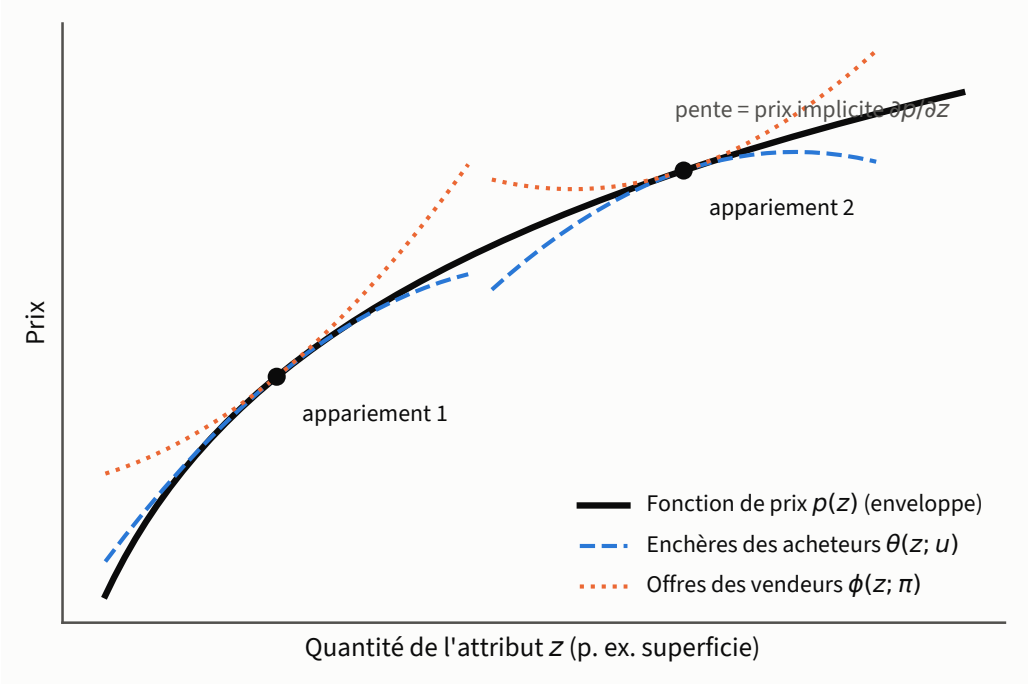


Figure 1.2. L'équilibre hédonique de Rosen (1974) : la fonction de prix $p(z)$ est l'enveloppe des fonctions d'enchère des acheteurs (concaves) et des fonctions d'offre des vendeurs (convexes). En chaque appariement, la pente commune est le prix implicite de l'attribut ; elle varie le long de la courbe.
Source : schéma de l'auteur, formes fonctionnelles illustratives (`analysis/python/figures/ch01_figures.py`).

1.4.3 La forme semi-logarithmique et les prix implicites

L'approche hédonique remonte, avant Lancaster et Rosen, aux travaux de Court (1939) sur les automobiles et de Griliches (1961) sur les indices de prix à qualité constante, dont Goodman (1998) a retracé l'histoire ; Sheppard (1999) et Malpezzi (2003) en donnent les revues de référence pour le logement. La forme fonctionnelle la plus utilisée, et celle que tout l'ouvrage adopte par convention (chapitre D), est la forme semi-logarithmique :

$$\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \tau_{t(i)} + \mu_{s(i)} + \varepsilon_i, \tag{1.5}$$

où $\mathbf{x}_i$ rassemble les caractéristiques physiques, $\tau_{t(i)}$ l'effet de la période de vente, $\mu_{s(i)}$ l'effet du secteur et ε_i le terme aléatoire de l'équation (1.1). Sous cette forme, un coefficient β_k est approximativement l'effet proportionnel d'une unité de x_k sur le prix, et l'effet exact d'une variable indicatrice est $e^{\beta_k} - 1$ (Halvorsen et Palmquist 1980). La contribution d'un attribut

à la valeur d'un bien donné s'obtient en comparant la valeur avec et sans l'attribut :

$$C_k = V - V\,e^{-\beta_k x_k} = V\left(1 - e^{-\beta_k x_k}\right), \tag{1.6}$$

ce qui est la formalisation du principe de contribution : C_k dépend de V, donc de tous les autres attributs, et un garage ne « vaut » pas la même chose sur toutes les maisons. Le tableau 1.5 donne les prix implicites du modèle de référence du cas 1 et les contributions correspondantes pour le sujet. Le modèle explique 85,3 % de la variance des logarithmes de prix sur six cents ventes, avec un écart-type résiduel $\hat{\sigma} = 0{,}083$ qui occupera la section suivante.

Tableau 1.5. Prix implicites du modèle hédonique de référence du cas 1 et contributions à la valeur estimée du sujet (données synthétiques)

Attribut (unité)	$\hat{\beta}_k$	Erreur-type (HC1)	Effet unitaire (%)	Contribution au sujet ($)
Superficie habitable (élasticité, réf. 140 m²)	0,539 07	0,012 70	—	53 893
Superficie du terrain (élasticité, réf. 560 m²)	0,093 66	0,010 97	—	6 032
Âge (par année)	−0,005 10	0,000 56	−0,5	−97 533
Âge au carré (/100)	0,002 64	0,000 64	0,3	13 035
Qualité (par échelon, réf. 3)	0,061 08	0,004 23	6,3	0
Garage (par place)	0,032 43	0,005 01	3,3	20 291
Sous-sol fini	0,021 99	0,006 92	2,2	13 829
Piscine	0,026 33	0,008 45	2,7	0
Bâtiment à étages	0,030 11	0,006 87	3,1	18 860
Secteur Aylmer (réf. Hull)	0,085 42	0,023 14	8,9	0
Secteur Buckingham (réf. Hull)	−0,250 36	0,071 77	−22,1	0
Secteur Masson-Angers (réf. Hull)	−0,263 14	0,067 18	−23,1	0
Tendance du marché (par mois)	0,003 64	0,000 27	0,4	57 385

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py ; $n = 600$, $R^2 = 0{,}853$, $\hat{\sigma} = 0{,}083$; contributions par l'équation (1.6) à partir de la valeur estimée de 635 821 $; le sujet a une qualité de 3, pas de piscine et se trouve à Hull, d'où des contributions nulles ; coefficients du secteur Gatineau et de la distance au centre omis

1.4.4 Le bien comme actif : flux, capitalisation et coût d'usage

La seconde description regarde le même immeuble du point de vue de celui qui le détient pour les flux qu'il procure. Un immeuble locatif verse des loyers nets ; une maison occupée par son propriétaire lui verse un loyer implicite, le loyer qu'il n'a pas à payer. Par le principe d'anticipation, la valeur de l'actif est la somme actualisée de ces flux :

$$V_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \tag{1.7}$$

où r est le taux de rendement exigé par le détenteur marginal, qui rémunère le temps, le risque et l'illiquidité. Si les flux croissent au taux constant $g < r$ à partir de CF_1, la somme se réduit à la formule de Gordon et Shapiro (1956), que les évaluateurs connaissent sous la

forme de la capitalisation directe :

$$V_0 = \frac{CF_1}{r - g} = \frac{CF_1}{R}, \qquad R = r - g, \tag{1.8}$$

où R est le taux de capitalisation global. La dérivation et les hypothèses qui la fondent sont données au chapitre 29, et le chapitre 30 traite du cas où les flux ne croissent pas régulièrement. Il suffit ici de retenir que le taux de capitalisation n'est pas un paramètre arbitraire : il est la différence entre le rendement exigé et la croissance attendue, et il baisse lorsque les taux d'intérêt baissent ou que les anticipations de croissance montent.

Pour le propriétaire occupant, la même logique conduit au **coût d'usage** du logement, que Poterba (1984) a formalisé. Détenir une maison de valeur V pendant un an coûte l'intérêt sur le capital immobilisé (ou renoncé) au taux i, les taxes foncières au taux τ, l'entretien et la dépréciation au taux δ, moins la plus-value attendue au taux g :

$$u = V\,(i + \tau + \delta - g). \tag{1.9}$$

À l'équilibre entre louer et acheter, le coût d'usage égale le loyer de marché L d'un logement équivalent, d'où $V = L/(i + \tau + \delta - g)$: la formule de Gordon réapparaît, avec le loyer pour flux et le coût d'usage unitaire pour taux de capitalisation. Himmelberg et al. (2005) ont montré que c'est ce ratio, et non le ratio brut prix/revenu, qui permet de juger si un marché est « cher ». Le chapitre 3 développe ce cadre et le relie au modèle à quatre quadrants de DiPasquale et Wheaton (1992), qui articule le marché de l'espace, où se forment les loyers, et le marché des actifs, où se forment les prix.

Les deux descriptions se rejoignent. Les attributs du panier de Lancaster sont ce qui détermine le loyer, explicite ou implicite, que le logement peut commander ; la capitalisation de ce loyer donne le prix ; et les prix implicites de Rosen ne sont rien d'autre que les loyers implicites marginaux des attributs, capitalisés. Lorsque les deux approches donnent des valeurs différentes pour un même immeuble, ce n'est pas que la théorie est incohérente : c'est que le marché de l'espace et le marché des actifs ne sont pas, à cet instant, en équilibre, et la réconciliation du chapitre 20 doit alors dire lequel des deux l'évaluateur croit.

1.5 Prix d'équilibre et dispersion

1.5.1 Deux biens identiques, deux prix

Si le marché était celui des manuels de microéconomie, un bien donné aurait un prix et un seul, et l'évaluation se réduirait à une lecture. Le marché immobilier n'est pas ainsi, et la figure 1.3 le montre sur le cas 1 : pour une valeur estimée donnée, les prix observés se répartissent de part et d'autre de la diagonale, et l'écart dépasse dix pour cent dans un quart des ventes. La figure 1.4 décrit cette dispersion : les résidus de l'équation (1.5) ont un écart-type de 0,082, une distribution à peu près symétrique (asymétrie −0,07) et des queues à peine plus légères que la normale (aplatissement en excès −0,25) ; 74,5 % des ventes se situent à moins de dix pour cent de leur valeur estimée et 44,8 % à moins de cinq pour cent. Dans un marché réel, où les attributs sont mesurés avec erreur et où le modèle est nécessairement incomplet, l'écart-type résiduel des modèles hédoniques bien spécifiés se situe couramment entre 0,10 et 0,20 selon le segment et le territoire ; le chiffre du cas 1 est volontairement optimiste, parce que le jeu a été généré sans variables omises.

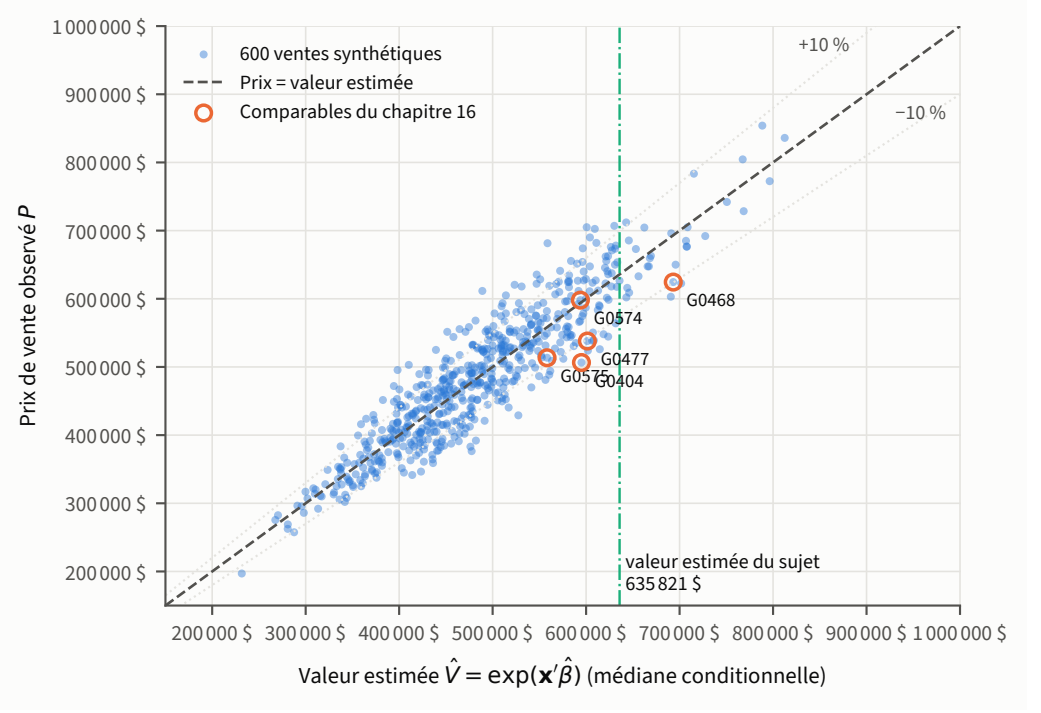


Figure 1.3. Prix observé et valeur estimée par le modèle hédonique de référence pour les 600 ventes du cas 1. Les points se dispersent autour de la diagonale « prix = valeur » ; les lignes pointillées marquent des écarts de ± 10 %. Les cinq comparables du chapitre 16 sont encerclés et la ligne verticale indique la valeur estimée du sujet.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch01_figures.py, graine 20261031

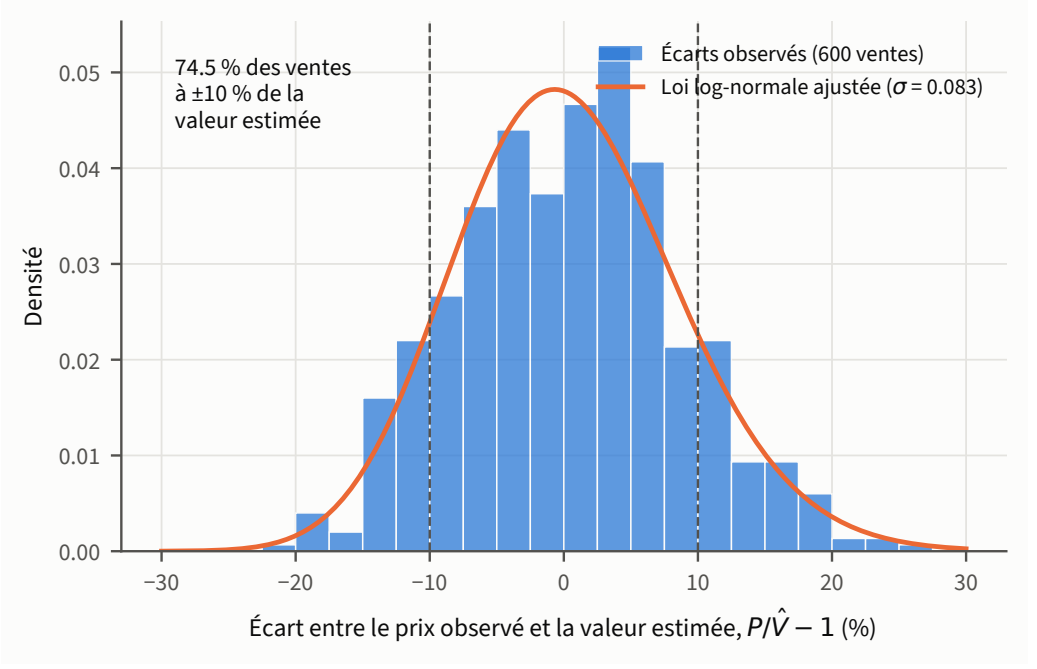


FIGURE 1.4. Distribution des écarts entre le prix observé et la valeur estimée, $P/\hat{V} - 1$, pour les 600 ventes du cas 1, et densité log-normale d'écart-type $\hat{\sigma} = 0{,}083$. Les trois quarts des ventes se situent à moins de dix pour cent de leur valeur estimée.

Source: [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch01_figures.py

D'où vient cette dispersion ? Une part tient à ce que l'observateur ne voit pas : l'état réel de la toiture, la luminosité, le bruit de la rue, la qualité des finitions. Mais une part irréductible tient à la nature même de l'échange immobilier, et c'est elle qu'il faut comprendre pour savoir ce que la valeur mesure. Le marché du logement est un marché de **recherche et d'appariement** : les biens sont hétérogènes, les acheteurs sont peu nombreux à un instant donné pour un bien donné, la rencontre est coûteuse et lente, et chaque transaction est une négociation bilatérale dans laquelle aucune des parties ne connaît le prix « du marché » autrement que par les ventes passées de biens différents. Dans un tel marché, le prix de transaction dépend de qui a rencontré qui, et quand.

1.5.2 Un modèle de recherche du vendeur

Le modèle le plus simple suffit à produire la dispersion et à en révéler les déterminants. Un vendeur met en vente un bien et reçoit, à chaque période (le mois), avec probabilité p, une offre O tirée d'une loi de distribution F centrée sur m, le centre des enchères des acheteurs pour ce bien ; les offres diffèrent parce que les acheteurs diffèrent par leurs goûts, leur information et leurs alternatives. Tant qu'il n'a pas vendu, le vendeur supporte un coût de détention c par période (intérêts, taxes, entretien, coût d'opportunité du capital, inconfort d'une double résidence), et il actualise l'avenir au facteur $\delta = 1/(1+i/12)$. Soit W la valeur, pour le vendeur, du fait de continuer à chercher. Face à une offre O, il vend si $O \geq W$ et poursuit sinon ; W est donc son **prix de réserve**, et il satisfait l'équation de point fixe

$$W = -c + \delta \left[\, p \, \mathrm{E}[\max(O, W)] + (1-p)\, W \right]. \tag{1.10}$$

L'équation dit que la valeur d'attendre est le coût de la période, plus la valeur actualisée de ce que la période apportera : une offre que l'on acceptera si elle dépasse W, ou le droit de continuer. Elle a une solution unique, parce que le membre de droite est une contraction en W, et cette solution décroît avec c et croît avec la dispersion des offres : plus attendre coûte cher, plus on se contente de peu ; plus les offres sont dispersées, plus il vaut la peine d'attendre la bonne. Le délai de vente espéré et le prix de vente espéré s'en déduisent :

$$\mathrm{E}[T] = \frac{1}{p\,[1 - F(W)]}, \qquad \mathrm{E}[P] = \mathrm{E}[O \mid O \geq W] > m. \tag{1.11}$$

Deux résultats méritent qu'on s'y arrête. D'abord, les prix de transaction de biens identiques se dispersent : chaque vendeur vend à la première offre qui dépasse son prix de réserve, et cette offre est un tirage aléatoire dans la queue supérieure de F. Ensuite, le prix espéré est *supérieur* au centre des enchères, parce que le vendeur sélectionne les offres ; et il est d'autant plus élevé que le vendeur est patient, c'est-à-dire que c est faible. Il existe donc un arbitrage entre le prix et le délai, qui est la définition même de la **liquidité** : un vendeur pressé vend vite et moins cher, un vendeur patient vend plus cher et plus tard, et aucun des deux prix n'est « faux ». La définition professionnelle de la valeur marchande, qui exige une « période suffisante » de mise en vente et des parties non contraintes (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), désigne précisément le prix espéré d'un vendeur *non pressé* : elle exclut par construction les ventes de vendeurs dont le c est anormalement élevé, successions liquidées à la hâte, reprises de finance, divorces, et c'est pourquoi ces ventes sont écartées ou ajustées au chapitre 16.

La figure 1.5 simule ce modèle avec des paramètres déclarés et choisis pour l'illustration, non estimés : écart-type des offres de six pour cent autour de m, une offre par mois avec

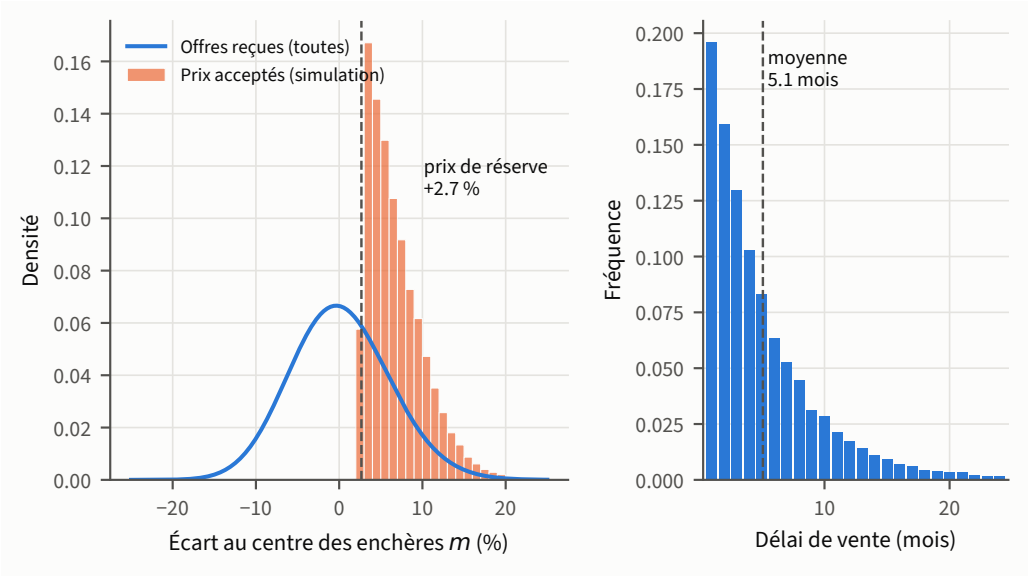


Figure 1.5. Simulation étiquetée du modèle de recherche (20 000 vendeurs de biens identiques ; offres log-normales d'écart-type 6 % autour du centre m, probabilité d'offre mensuelle 0,6, coût de détention 0,4 % par mois, taux annuel 5 %). À gauche, la distribution de toutes les offres reçues et celle des prix acceptés, tronquée au prix de réserve ; à droite, la distribution du délai de vente.
Source : simulation de l'auteur, hypothèses déclarées, `analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py`, graine 20261031.

probabilité 0,6, coût de détention de 0,4 pour cent de m par mois et taux annuel de cinq pour cent. Le prix de réserve se fixe 2,7 % au-dessus du centre des enchères ; les prix acceptés ont une moyenne de 6,8 % au-dessus de m et un coefficient de variation de 3,2 %, c'est-à-dire que des biens rigoureusement identiques vendus par des vendeurs rigoureusement identiques se vendent à des prix dont l'écart-type est de plus de trois pour cent, du seul fait du hasard des rencontres ; le délai moyen est de 5,1 mois. Le tableau 1.6 fait varier le coût de détention : un vendeur dont le coût mensuel passe de 0,2 à 1,5 pour cent abaisse son prix de réserve de 3,8 % au-dessus du centre à 1,3 % au-dessous, vend en 2,9 mois plutôt qu'en 6,2 et obtient un prix moyen inférieur de trois points et demi. L'évaluateur qui compare une vente de succession liquidée en trois semaines à une vente ordinaire ne compare pas deux réalisations du même prix : il compare deux prix espérés différents, et la différence est de l'ordre de grandeur que le tableau indique.

1.5.3 Ce que la dispersion enseigne

Trois enseignements découlent de ce qui précède, et ils structurent le reste de l'ouvrage. Premièrement, un prix isolé n'est pas une mesure de la valeur, mais une observation bruitée dont l'écart-type est de l'ordre de huit à vingt pour cent selon les marchés ; il faut plusieurs observations pour estimer la valeur avec précision, et le nombre nécessaire dépend de la dispersion (section 1.7). Deuxièmement, la dispersion n'est pas une imperfection que de meilleures données feraient disparaître : une part en est structurelle, et la fourchette de valeur que l'évaluateur rapporte au chapitre 20 doit en rendre compte. Troisièmement, le délai de vente est une information sur le prix : une vente conclue en quelques jours à

Tableau 1.6. Effet du coût de détention du vendeur sur le prix de réserve, le délai et le prix de vente (simulation étiquetée, 10 000 vendeurs par ligne)

Coût de détention (% de m par mois)	Prix de réserve / m	Délai moyen (mois)	Prix moyen / m	Coefficient de variation du prix
0,2	1,037 7	6,22	1,076 4	0,029 9
0,4	1,026 7	5,06	1,068 1	0,031 6
0,8	1,009 5	3,83	1,055 7	0,034 4
1,5	0,986 9	2,88	1,041 2	0,038 8

Source : simulation de l'auteur, `analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py`, graine 20261031 ; autres paramètres comme à la figure 1.5.

un prix élevé et une vente conclue après dix mois d'exposition à un prix bas ne sont pas deux observations équivalentes du même marché, et les conditions de vente font partie des éléments de comparaison. Geltner (1993) et Clayton et al. (2001) ont montré que les évaluations elles-mêmes, en lissant les prix bruités, introduisent une dispersion d'une autre nature, que le chapitre 20 examine.

1.6 La valeur marchande comme espérance conditionnelle

1.6.1 Définition

La dispersion des prix oblige à préciser ce que « prix le plus probable » veut dire. La définition que l'ouvrage adopte, et qui est celle que les chapitres 16 et 18 mettent en œuvre, est la suivante.

Définition 1.1 : Valeur marchande comme espérance conditionnelle

La valeur marchande d'un bien de caractéristiques $\mathbf{x}$ à la date t est le prix espéré d'une vente de ce bien, conditionnellement à ses caractéristiques et à la date, sous les conditions de la base de valeur (parties informées et non contraintes, exposition suffisante, paiement comptant) :

$$V(\mathbf{x}, t) = \mathrm{E}\left[P \mid \mathbf{x}, t\right]. \tag{1.12}$$

Cette définition a trois mérites. Elle fait de la valeur un objet *défini* indépendamment de la méthode qui l'estime : la comparaison, le coût et le revenu sont trois estimateurs de la même quantité, et la réconciliation (chapitre 20) est la combinaison de trois estimateurs, non le choix entre trois valeurs. Elle rend la valeur *estimable* : l'espérance conditionnelle est ce qu'une régression estime, et les méthodes de la partie IV sont des régressions, locales ou globales. Elle rend enfin la valeur *incertaine de façon mesurable* : l'écart entre un prix et la valeur a une distribution, celle de ε dans l'équation (1.1), et l'incertitude sur l'estimation de la valeur a une autre distribution, qui dépend du nombre et de la qualité des observations.

Il faut toutefois préciser de quelle « espérance » il s'agit, parce que le choix importe lorsque la distribution est asymétrique. Si $\ln P \mid \mathbf{x}, t \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$, comme l'équation (1.1) le suppose, le prix lui-même suit une loi log-normale dont les trois mesures de tendance

centrale diffèrent :

$$\text{médiane} = e^{\mu}, \qquad \text{moyenne} = e^{\mu+\sigma^2/2}, \qquad \text{mode} = e^{\mu-\sigma^2}. \tag{1.13}$$

La prédiction $\exp(\mathbf{x}^{\mathsf{T}}\hat{\beta})$ d'un modèle semi-logarithmique estime la *médiane* conditionnelle ; la moyenne conditionnelle lui est supérieure du facteur $e^{\sigma^2/2}$, que la correction de Duan estime par la moyenne des $e^{\hat{\varepsilon}_i}$ sans supposer la normalité (chapitre D) ; et le « prix le plus probable » au sens littéral, le mode, lui est inférieur du facteur $e^{-\sigma^2}$. Pour $\sigma = 0{,}083$, les trois mesures sont à moins d'un pour cent l'une de l'autre et la distinction est académique ; pour $\sigma = 0{,}20$, l'écart entre le mode et la moyenne atteint six pour cent et la distinction compte. La convention de l'ouvrage est de rapporter la médiane conditionnelle comme valeur ponctuelle, de signaler la moyenne lorsque la dispersion la rend différente, et d'accompagner toujours la valeur d'un intervalle. On peut lire les définitions professionnelles comme visant le mode (« le plus probable ») ; on peut aussi les lire comme visant le prix attendu. L'important est de savoir que la différence existe, et de ne pas la confondre avec une erreur de méthode.

1.6.2 Exemple intégral : du prix à la valeur pour le sujet du cas 1

Exemple 1.1 : La valeur du sujet du cas 1 comme espérance conditionnelle

Le sujet est la maison fictive décrite dans l'encadré de la section 1.3 ; la date d'évaluation est le 1er septembre 2026. Le modèle hédonique de référence (tableau 1.5) donne, pour ses caractéristiques, $\mathbf{x}_s^{\mathsf{T}}\hat{\beta} = 13{,}3627$, d'où une médiane conditionnelle de $e^{13{,}3627} = 635\,821$ \$. Le facteur de Duan, moyenne des exponentielles des 600 résidus, vaut 1,00335, ce qui donne une moyenne conditionnelle de 637 953 \$, pratiquement confondue avec la valeur $e^{\mu+\sigma^2/2} = 638\,016$ \$ qu'implique la normalité ; le mode est de 631 455 \$. L'écart-type de la prédiction en logarithme, qui combine la dispersion des prix $\hat{\sigma}^2$ et l'incertitude d'estimation des coefficients $\mathbf{x}_s^{\mathsf{T}}\hat{\mathbf{V}}\mathbf{x}_s$, est de 0,0836, d'où un intervalle de prédiction à 95 % de 539 682 \$ à 749 087 \$: c'est la fourchette dans laquelle le prix d'une vente effective du sujet tomberait dix-neuf fois sur vingt si le modèle est juste. Le tableau 1.7 rassemble ces résultats et les met en regard des prix observés des cinq comparables du chapitre 16 et de la valeur au rôle fictive du dossier.

Trois lectures s'imposent. La première est que les prix des cinq comparables, de 506 500 \$ à 624 500 \$, sont tous inférieurs à la valeur estimée du sujet, mais que leurs *propres* valeurs estimées le sont aussi : G0574 s'est vendu 0,7 % au-dessus de sa valeur estimée, G0404 14,9 % au-dessous, G0468 9,9 % au-dessous, G0477 10,5 % au-dessous et G0575 8,0 % au-dessous. Quatre des cinq comparables sont des ventes « bon marché » au sens du modèle, c'est-à-dire des réalisations de ε_j négatives ; un évaluateur qui s'en tiendrait à leurs prix bruts hériterait de ce hasard. Le chapitre 17 montrera comment les ajustements corrigent les différences d'attributs, et le chapitre 20 comment la pondération atténue le bruit résiduel. La deuxième lecture concerne la valeur au rôle : 468 000 \$ pour une date de référence du 1er juillet 2024, contre une valeur estimée de 578 436 \$ à cette même date. L'écart ne signifie pas que le rôle est « faux » : le jeu synthétique a été généré avec un rapport rôle/valeur centré sur 0,93 et dispersé, et un rôle réel est établi en masse, avec une date de référence et des conventions propres (chapitre 9) ; il signifie que la valeur au rôle n'est pas une estimation de la valeur marchande à la date

d'évaluation et ne doit jamais être présentée comme telle. La troisième lecture est la largeur de l'intervalle : de −15,1 % à +17,8 % autour de la médiane, pour un modèle qui explique 85 % de la variance sur un jeu sans variables omises. L'évaluateur qui conclut à une valeur « de 635 000 $ » sans fourchette affirme une précision que la nature du marché ne permet pas ; celui qui conclut à une fourchette de 600 000 $ à 670 000 $, comme il est d'usage, affirme un intervalle plus étroit que l'intervalle de prédiction, ce qui n'est défendable que si les comparables apportent une information que le modèle global n'a pas, par exemple sur la rue ou l'état précis du bien. C'est tout l'enjeu de la réconciliation.

Tableau 1.7. La valeur du sujet du cas 1 : mesures de tendance centrale, intervalle, et comparaison avec les prix observés (données synthétiques)

Quantité	Montant ($)	Nature
Médiane conditionnelle $e^{\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta}}$	635 821	valeur estimée (convention de l'ouvrage)
Moyenne conditionnelle (correction de Duan, facteur 1,00335)	637 953	valeur estimée
Mode conditionnel $e^{\mu - \sigma^2}$	631 455	valeur estimée
Borne basse de l'intervalle de prédiction à 95 %	539 682	valeur estimée (incertitude)
Borne haute de l'intervalle de prédiction à 95 %	749 087	valeur estimée (incertitude)
Valeur estimée à la date de référence du rôle (1er juillet 2024)	578 436	valeur estimée, autre date
Valeur au rôle fictive du dossier (référence 1er juillet 2024)	468 000	valeur au rôle (synthétique)
Prix observé du comparable G0574 (juin 2026 ; valeur estimée 593 866)	598 000	prix
Prix observé du comparable G0404 (mai 2025 ; valeur estimée 595 030)	506 500	prix
Prix observé du comparable G0468 (sept. 2025 ; valeur estimée 693 218)	624 500	prix
Prix observé du comparable G0477 (nov. 2025 ; valeur estimée 601 336)	538 000	prix
Prix observé du comparable G0575 (juin 2026 ; valeur estimée 558 242)	513 500	prix

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py, graine 20261031 ; les valeurs estimées des comparables sont celles du même modèle à leur date de vente

1.6.3 Combien de ventes faut-il pour connaître la valeur ?

L'équation (1.12) a une conséquence quantitative immédiate. Si l'on disposait de n ventes d'immeubles identiques au sujet, conclues à la date d'évaluation, la moyenne de leurs logarithmes de prix estimerait μ avec un écart-type de $\sigma/\sqrt{n}$. Pour que la demi-largeur d'un intervalle à 95 % sur la valeur soit de deux pour cent, il faut $n \geq (1{,}96\,\sigma / \ln 1{,}02)^2$, soit 68 ventes identiques pour $\sigma = 0{,}083$, et 251 pour $\sigma = 0{,}16$. Ces ventes identiques n'existent pas, et l'évaluateur travaille avec cinq comparables différents du sujet : la précision de sa conclusion

dépend donc moins du nombre de comparables que de la précision des ajustements qui les ramènent au sujet, ce que Vandell (1991) a formalisé et que le chapitre 16 développe. Mais l'ordre de grandeur mérite d'être retenu : avec cinq ventes bruitées à huit pour cent, l'écart-type de la moyenne est de 3,6 pour cent, et aucune conclusion de valeur fondée sur la comparaison ne peut prétendre à une précision supérieure sans information supplémentaire.

1.7 Sensibilité à la dispersion des prix

Le paramètre σ gouverne tout ce qui précède : l'écart entre médiane, moyenne et mode, la largeur de l'intervalle de prédiction, la probabilité qu'un prix observé s'écarte sensiblement de la valeur, et le nombre d'observations nécessaires. Le tableau 1.8 et la figure 1.6 en font varier la valeur de 0,04, qui correspondrait à un marché de copropriétés très homogènes dans un même immeuble, à 0,16, qui correspond à des marchés ruraux ou à des biens atypiques. La probabilité qu'une vente s'écarte de plus de dix pour cent de la valeur, donnée par

$$\Pr\left(\left|\frac{P}{V}-1\right|>d\right)\approx 2\left[1-\Phi\left(\frac{\ln(1+d)}{\sigma}\right)\right], \tag{1.14}$$

passe de moins de deux pour cent à plus de cinquante-cinq pour cent sur cet intervalle. Dans le premier marché, un prix isolé est une bonne mesure de la valeur et deux comparables suffisent presque ; dans le second, un prix isolé ne dit presque rien, et la méthode de comparaison ne peut conclure qu'à une fourchette large, à moins d'être complétée par le coût ou le revenu. La dispersion du marché est donc une caractéristique que l'évaluateur doit mesurer avant de choisir sa méthode, et non après ; le chapitre 15 en fait une étape de l'étude de marché.

Tableau 1.8. Sensibilité à la dispersion σ des prix à caractéristiques données

σ	Moyenne/médiane -1 (%)	Mode/médiane -1 (%)	Borne basse IP 95 % (%)	Borne haute IP 95 % (%)	Pr(|écart| >5 %) (%)	Pr(|écart| >10 %) (%)	n pour ± 2 %
0,040	0,08	−0,16	−7,5	8,2	22,3	1,7	16
0,060	0,18	−0,36	−11,1	12,5	41,6	11,2	36
0,083	0,35	−0,69	−15,0	17,7	55,7	25,1	68
0,120	0,72	−1,43	−21,0	26,5	68,4	42,7	142
0,160	1,29	−2,53	−26,9	36,8	76,0	55,1	251

Source : calculs de l'auteur par les équations (1.13) et (1.14), `analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py` ; la ligne $\sigma = 0{,}083$ correspond au cas 1 ; n = nombre de ventes identiques pour une demi-largeur de 2 % à 95 %.

1.8 Biais comportementaux : l'ancrage et ses conséquences

Tout ce qui précède suppose un évaluateur qui infère la valeur des prix observés selon une procédure explicite. Or l'évaluateur est un être humain soumis aux heuristiques de jugement que la psychologie cognitive a documentées, et la plus dangereuse pour lui est l'**ancrage** : la tendance à former une estimation en partant d'une valeur initiale, l'ancre, puis en l'ajustant insuffisamment. Northcraft et Neale (1987) ont conduit l'expérience fondatrice en contexte immobilier : des étudiants et des professionnels de l'immobilier ont visité une même propriété

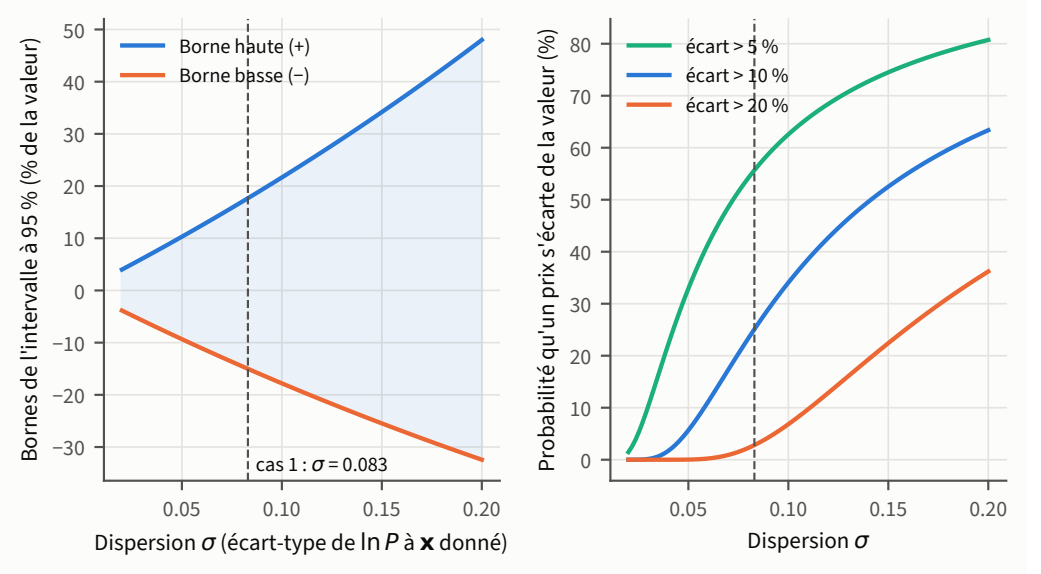


FIGURE 1.6. Sensibilité à la dispersion σ : à gauche, les bornes de l'intervalle de prédiction à 95 % en pourcentage de la valeur ; à droite, la probabilité qu'un prix observé s'écarte de la valeur de plus de 5, 10 ou 20 %. La ligne verticale marque le σ du cas 1.
Source : calculs de l'auteur, `analysis/python/figures/ch01_figures.py`.

avec un dossier complet, dans lequel seul le prix demandé différait d'un groupe à l'autre ; les estimations de valeur des deux groupes ont suivi le prix demandé, et les professionnels, qui niaient en avoir tenu compte, n'ont pas été sensiblement moins influencés que les amateurs. Diaz (1990) a ensuite observé que les évaluateurs résidentiels experts ne suivent pas le processus normatif enseigné, mais une procédure abrégée dans laquelle les indices saillants du dossier pèsent plus que la grille, et Diaz (1997) a montré que l'estimation antérieure d'un autre expert ancre le jugement des évaluateurs lorsqu'ils travaillent dans un marché qui ne leur est pas familier, alors que l'effet s'estompe sur leur propre marché. Diaz et Hansz (2002) font la synthèse de ce courant de recherche comportementale, qui a aussi documenté l'effet du prix demandé, de l'estimation du client et des rétroactions des prêteurs.

Un modèle descriptif simple rend compte de ces résultats et permet d'en mesurer l'effet. Si V est la valeur que l'évaluateur conclurait sans ancre et A l'ancre qui lui est présentée, l'estimation ancrée s'écrit

$$\hat{V}_A = \lambda A + (1-\lambda)\,V, \qquad 0 \le \lambda \le 1, \tag{1.15}$$

où λ mesure le poids de l'ancre. Un λ de 0,4, qui n'est pas hors de l'ordre de grandeur des études citées, signifie qu'un prix demandé supérieur de 50 000 $ à la valeur déplace la conclusion de 20 000 $. L'exercice 1.7 montre comment estimer λ sur un ensemble de dossiers. Le biais est d'autant plus grave que l'ancre est corrélée aux intérêts d'une partie : le prix demandé est fixé par le vendeur, le prix convenu par les deux parties à la transaction que le prêteur demande d'évaluer, l'estimation antérieure par un confrère qui pouvait lui-même être ancré. Il se propage alors de rapport en rapport et de transaction en transaction, et il contribue au lissage des indices fondés sur les évaluations qu'ont étudié Geltner (1993) et Clayton et al. (2001).

En pratique

Quatre règles de méthode limitent l'ancrage, et elles sont toutes des applications de ce chapitre. Premièrement, fixer les critères de sélection des comparables et les paramètres d'ajustement *avant* de consulter les prix du sujet (prix demandé, prix convenu, valeur au rôle, évaluation antérieure), et consigner cet ordre au dossier. Deuxièmement, estimer la valeur par au moins deux méthodes indépendantes et comparer les résultats avant de connaître l'ancre, plutôt que d'ajuster une méthode jusqu'à ce qu'elle rejoigne l'autre. Troisièmement, exprimer la conclusion sous forme de fourchette dérivée de la dispersion observée (section 1.7), ce qui rend visible la part de jugement et empêche de présenter une coïncidence avec l'ancre comme une précision. Quatrièmement, lorsque l'ancre est inévitable, comme le prix convenu dans une évaluation hypothécaire, la traiter explicitement comme une observation de plus, dont la représentativité doit être vérifiée au même titre que celle d'un comparable, et non comme un point d'arrivée. Les Normes de pratique professionnelle exigent d'ailleurs que le rapport expose le raisonnement qui conduit à la conclusion (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), ce qui est incompatible avec une conclusion formée d'abord et justifiée ensuite.

Erreurs fréquentes

- Écrire « la valeur de la maison est de 598 000 $ » pour une vente à ce prix : c'est un prix, particulier à une transaction ; la valeur est une estimation, et elle est en général différente.
- Présenter la valeur au rôle comme une estimation de la valeur marchande à la date d'évaluation : elle décrit le marché à une date de référence antérieure de deux à quatre ans, en masse, selon des conventions propres (Québec 1979b, art. 43, 46).
- Confondre le coût d'une composante et sa contribution : une piscine à 65 000 $ n'ajoute à la valeur que ce que le marché paie pour une piscine, soit 2,7 % dans le cas 1.
- Ajuster la superficie au prix moyen du mètre carré : le prix marginal vaut β_S fois le prix moyen, soit à peu près la moitié dans le cas 1 ; l'ajustement est surestimé d'un facteur deux.
- Conclure à une valeur ponctuelle sans fourchette, ou à une fourchette plus étroite que ce que la dispersion du marché autorise.
- Interpréter l'écart entre une vente rapide et une vente lente comme un ajustement de « conditions de vente » symétrique : la vente rapide d'un vendeur pressé est un prix espéré *différent*, non un prix bruité.
- Consulter le prix demandé, le prix convenu ou l'évaluation antérieure avant d'avoir fixé la procédure, puis « vérifier » que la conclusion s'en approche.

Limites et mises en garde

Le cadre de ce chapitre est celui d'un marché où des ventes de biens comparables sont observables et où la valeur peut être définie comme un prix espéré ; il s'applique mal

aux biens sans marché (immeubles institutionnels, infrastructures), pour lesquels la Loi sur la fiscalité municipale prévoit une fiction, le prix qu'une personne « serait justifiée de payer et d'exiger si elle était à la fois l'acheteur et le vendeur » (Québec 1979b, art. 44), et pour lesquels la méthode du coût devient principale. Le modèle de recherche de la section 1.5 est le plus simple possible : il ignore la stratégie du prix demandé, la négociation, l'apprentissage du vendeur sur la distribution des offres et la concurrence entre vendeurs, qui modifient les grandeurs mais non les conclusions qualitatives ; ses paramètres sont déclarés, non estimés. La dispersion $\hat{\sigma} = 0{,}083$ du cas 1 provient d'un jeu synthétique sans variables omises et sous-estime celle des marchés réels. Les études comportementales citées portent sur des échantillons restreints de professionnels américains des années 1980 et 1990 ; leur ampleur numérique n'a pas été revérifiée sur les textes originaux pour ce chapitre, et le coefficient λ de l'équation (1.15) est un paramètre descriptif dont l'ordre de grandeur, non la valeur, est documenté. Enfin, les textes normatifs sont cités dans leur version en vigueur au 31 octobre 2026 ; les définitions de la valeur marchande évoluent avec les éditions et doivent être revérifiées à chaque mission.

À retenir

- Le prix est un fait daté et particulier ; la valeur est une opinion motivée sur un prix probable, toujours relative à une base et à une date ; le coût est une dépense que seul le marché relie à la valeur. Au Québec, les NPP de l'OEAQ, la Loi sur la fiscalité municipale (art. 43 et 46) et le Code des professions (art. 37 j)) fixent ce vocabulaire.
- La valeur naît de la conjonction de l'utilité, de la rareté, de la désirabilité et du pouvoir d'achat ; le crédit est le canal par lequel les taux d'intérêt agissent sur les prix.
- Sept principes gouvernent les méthodes : substitution, anticipation, contribution, équilibre, conformité, rendements décroissants et plus haute et meilleure utilisation. Dans le cas 1, le garage contribue 20 291 $, la tendance vaut 4,46 % par an, le prix marginal du mètre carré est la moitié du prix moyen et la localisation déplace la valeur de −23 % à +9 %.
- Le logement est un panier d'attributs dont la fonction de prix est l'enveloppe des enchères et des offres (Rosen) ; il est aussi un actif dont la valeur est la somme actualisée des flux ; les deux descriptions coïncident à l'équilibre.
- Les prix de biens identiques se dispersent parce que le marché est un marché de recherche : le vendeur vend à la première offre qui dépasse son prix de réserve, et le prix s'échange contre le délai. La valeur marchande est le prix espéré d'un vendeur non pressé.
- La valeur marchande est l'espérance conditionnelle du prix, $V = \mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, t]$; la prédiction semi-logarithmique en estime la médiane ; moyenne et mode s'en écartent de $\pm\sigma^2$; l'intervalle de prédiction et le nombre d'observations nécessaires dépendent de σ.
- L'ancrage sur le prix demandé, le prix convenu ou une évaluation antérieure est documenté chez les professionnels ; la parade est procédurale : fixer la méthode avant de regarder l'ancre, croiser les méthodes, conclure en fourchette.

Exercices

Exercice 1.1 — Prix, valeur ou coût ? ★

Pour chacune des phrases suivantes, dites si le montant cité est un prix, une valeur (et laquelle : marchande, au rôle, d'investissement, d'usage) ou un coût, et reformulez la phrase si le terme employé est impropre : (a) « La maison vaut 598 000 $, c'est ce qu'elle s'est vendue en juin. » (b) « La Ville évalue l'immeuble à 468 000 $. » (c) « Pour nous, ce triplex vaut 900 000 $, parce que nous pouvons y loger nos parents au deuxième. » (d) « Le constructeur demande 470 000 $ pour une maison semblable. » (e) « L'évaluateur conclut à 635 000 $. » (f) « Avec la piscine, la propriété vaut 65 000 $ de plus. »

Exercice 1.2 — Contribution et coût ★

Dans le marché du cas 1, le coefficient hédonique de la piscine est de 0,02633 et celui d'une place de garage de 0,03243 (tableau 1.5). Pour une maison dont la valeur estimée sans ces attributs est de 635 821 $, calculez la contribution d'une piscine creusée, puis celle d'un garage simple, par la formule $V(e^{\beta} - 1)$. Une piscine coûte 65 000 $ et un garage 45 000 $: que conclut le principe de contribution dans chaque cas, et que devrait en déduire un propriétaire qui envisage ces travaux ?

Exercice 1.3 — Rendements décroissants ★★

Le sujet du cas 1 a 165 m² et une valeur estimée de 635 821 $; l'élasticité du prix à la superficie est de 0,539. Calculez le prix moyen et le prix marginal du mètre carré par l'équation (1.2). Un agrandissement portant la superficie à 190 m² est envisagé : calculez la valeur ajoutée exacte, $V[(190/165)^{\beta_S} - 1]$, puis le prix moyen de chaque mètre carré ajouté. Quelle élasticité rendrait le prix marginal égal au prix moyen, et pourquoi cette situation n'est-elle presque jamais observée ?

Exercice 1.4 — Médiane, moyenne, mode et intervalle ★★

Un modèle semi-logarithmique estimé sur un marché de maisons de banlieue a un écart-type résiduel de 0,12 et prédit pour un sujet une médiane conditionnelle de 500 000 $. Calculez la moyenne et le mode conditionnels par l'équation (1.13), les bornes de l'intervalle de prédiction à 95 % en négligeant l'incertitude des coefficients, et la probabilité qu'une vente effective s'écarte de plus de dix pour cent de la médiane par l'équation (1.14). Commentez la différence avec le cas 1 ($\sigma = 0{,}083$).

Exercice 1.5 — Le bien comme actif : Gordon et coût d'usage ★★

Un duplex produit un revenu net d'exploitation de première année de 24 000 $; les investisseurs exigent un rendement de 6 % et anticipent une croissance de 2 % par an. Calculez sa valeur par l'équation (1.8). Une maison de 600 000 $ est détenue par son propriétaire : avec un taux d'intérêt de 4,5 %, des taxes de 1 %, un entretien et une dépréciation de 1,5 % et une plus-value attendue de 2 %, calculez le coût d'usage annuel et mensuel par l'équation (1.9). Que devient-il si le taux d'intérêt passe à 6 % ? À quel loyer mensuel un ménage devrait-il être indifférent entre louer et acheter dans chaque cas ?

Exercice 1.6 — Prix de réserve et délai de vente ★★★

Un vendeur reçoit chaque mois exactement une offre, tirée uniformément entre 0,9 et 1,1 fois le centre des enchères m (normalisé à 1). Il supporte un coût de détention de 0,5 % de m par mois et n'actualise pas ($\delta = 1$). (a) Montrez que l'équation (1.10) se réduit à $c = \mathrm{E}[(O - W)^{+}]$ et que, pour une loi uniforme sur $[a, b]$, $\mathrm{E}[(O - W)^{+}] = (b - W)^2/[2(b - a)]$. (b) Déduisez-en la forme fermée $W = b - \sqrt{2c(b - a)}$ et calculez le prix de réserve, le délai de vente espéré par l'équation (1.11) et le prix de vente espéré $\mathrm{E}[O \mid O \geq W] = (W + b)/2$. (c) Refaites le calcul pour un vendeur pressé dont le coût est de 2 % par mois. (d) Expliquez pourquoi les deux prix espérés sont tous deux des « prix de marché » et lequel correspond à la définition professionnelle de la valeur marchande.

Exercice 1.7 — Mesurer l'ancrage ★★★

Un cabinet veut mesurer l'ancrage de ses évaluateurs sur le prix demandé. Pour six dossiers, il dispose de la valeur V conclue *a posteriori* par un comité qui ignorait le prix demandé, de l'écart entre le prix demandé et cette valeur, $A - V$, et de l'écart entre la conclusion de l'évaluateur et cette valeur, $\hat{V}_A - V$ (en milliers de dollars) : $A - V = (+40, -30, +25, +60, -20, +15)$ et $\hat{V}_A - V = (+18, -12, +9, +27, -10, +6)$. (a) Montrez que l'équation (1.15) implique $\hat{V}_A - V = \lambda (A - V)$ et estimez λ par les moindres carrés sans constante, $\hat{\lambda} = \sum x_i y_i / \sum x_i^2$. (b) De combien un prix demandé supérieur de 50 000 $ à la valeur déplace-t-il, en moyenne, la conclusion de ce cabinet ? (c) Proposez un protocole de travail, en cinq lignes, qui ramènerait λ vers zéro, et dites comment le cabinet pourrait vérifier qu'il fonctionne. (d) À l'aide du script `analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py`, faites varier l'écart-type des offres du modèle de recherche de 0,03 à 0,12 et décrivez l'effet sur le coefficient de variation des prix acceptés ; en quoi la dispersion du marché aggrave-t-elle le risque d'ancrage ?

Pour aller plus loin

Les fondements classiques de la théorie de la valeur foncière se lisent encore avec profit chez Ricardo (1817), pour qui la rente naît de la rareté et de la qualité relative des terres et non de leur coût, et chez Thünen (1826), qui a le premier dérivé un gradient de rente décroissant avec la distance au marché ; le chapitre 5 en donne les développements modernes. La théorie des caractéristiques de Lancaster (1966) et l'équilibre hédonique de Rosen (1974) sont les deux textes fondateurs de la section 1.4 ; Sheppard (1999) et Malpezzi (2003) en offrent des revues accessibles appliquées au logement, et Kuminoff et al. (2010) examinent quelles spécifications permettent de retrouver les dispositions marginales à payer. Sur le bien comme actif, Poterba (1984) et Himmelberg et al. (2005) sont les références sur le coût d'usage, DiPasquale et Wheaton (1992) et le manuel de DiPasquale et Wheaton (1996) sur l'articulation des marchés de l'espace et des actifs, et Geltner et al. (2014) sur la distinction entre valeur marchande, valeur d'investissement et prix de transaction comme réalisation bruitée. Shiller (2015) reste l'exposé le plus lisible sur l'écart entre prix et valeur fondamentale. Sur les principes et le vocabulaire professionnels, le manuel de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026), son édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) et le dictionnaire (Appraisal Institute 2022) sont les références nord-américaines, et Achour (1992) demeure le seul manuel québécois francophone qui fixe le vocabulaire des bases de valeur. Sur les biais de jugement, on lira dans l'ordre Northcraft et Neale (1987), Diaz (1990), Diaz (1997) et la synthèse de Diaz et Hansz (2002).

CHAPITRE 2

2

Droits immobiliers et bases de valeur

Avant de chercher combien vaut un immeuble, il faut dire *quoi* l'on évalue et *quelle valeur* on cherche. Un même terrain bâti de douze logements n'a pas la même valeur pour celui qui le détient en pleine propriété libre de toute occupation, pour celui qui l'achète grevé de douze baux reconduits à des loyers inférieurs au marché, pour la municipalité qui l'inscrit au rôle d'évaluation foncière, pour l'assureur qui doit le reconstruire ou pour l'investisseur qui le compare à son propre coût du capital. Ces écarts ne sont pas des erreurs d'évaluation : ils tiennent à ce que le droit évalué et la base de valeur diffèrent d'un mandat à l'autre. Le présent chapitre pose ce vocabulaire fondamental. Il décrit d'abord le faisceau de droits que le Code civil du Québec attache à la propriété et à ses démembrements, puis il montre comment ce faisceau se partage entre le locateur et ses locataires et comment chaque part se mesure par l'actualisation des revenus qu'elle procure. Il compare ensuite les définitions de la valeur marchande en vigueur au Québec, au Canada et dans les normes internationales, les distingue de la valeur réelle aux fins du rôle, de la valeur d'investissement, de la valeur assurable et des autres bases, et il rappelle pourquoi le prix, la valeur et le coût ne se confondent jamais. L'exemple intégral mesure, sur l'immeuble de douze logements du cas 3, l'écart entre la valeur du droit du locateur et celle de la pleine propriété ; le chapitre se clôt sur deux questions que tout rapport doit trancher explicitement, celle des hypothèses extraordinaires et celle des dates.

Objectifs pédagogiques

- Identifier, à partir du Code civil du Québec, le droit réel ou personnel qui fait l'objet d'une évaluation et les charges qui le grèvent.
- Décomposer la valeur de la pleine propriété d'un immeuble locatif entre le droit du locateur et les droits des locataires, et calculer chaque composante par actualisation.
- Comparer les définitions de la valeur marchande de l'OEAQ, des IVS 2025, des CUSPAP 2026 et de la Loi sur la fiscalité municipale, et en dégager les éléments communs et les différences.
- Distinguer la valeur marchande de la valeur réelle au rôle, de la valeur d'investissement, de la valeur équitable, de la valeur de liquidation, de la valeur assurable et de la valeur d'usage, et choisir la base adaptée au mandat.

- Distinguer prix, valeur et coût, et repérer dans un acte de vente ce qui relève de chacun.
- Formuler et divulguer une hypothèse extraordinaire conformément aux Normes de pratique professionnelle, en indiquant son incidence sur la valeur.
- Situer correctement la date d'évaluation, la date de référence au marché du rôle et la date de la promesse d'achat, et corriger une indication de valeur d'une date à l'autre.

2.1 Le bien, le droit et la valeur : ce que l'on évalue

2.1.1 L'immeuble au sens du Code civil

Le Code civil du Québec définit l'objet matériel de l'évaluation. Sont immeubles « les fonds de terre, les constructions et ouvrages à caractère permanent qui s'y trouvent et tout ce qui en fait partie intégrante » (Québec 1991, art. 900). Font partie intégrante les meubles incorporés qui perdent leur individualité et assurent l'utilité de l'immeuble (Québec 1991, art. 901) ; les meubles qui sont attachés à demeure sans être incorporés sont immeubles tant qu'ils y restent, sauf s'ils servent à l'exploitation d'une entreprise (Québec 1991, art. 903). Ces trois articles délimitent ce qu'un acte de vente transmet avec le terrain : le bâtiment, ses systèmes incorporés, et les équipements fixés à demeure, à l'exclusion des biens meubles que les parties peuvent inclure dans le prix sans qu'ils fassent partie de l'immeuble. La distinction a des conséquences pratiques immédiates. Les électroménagers et les meubles compris dans un prix de vente ne sont pas de l'immeuble et doivent être retranchés avant toute comparaison (chapitre 16) ; à l'inverse, un système de chauffage central, une piscine creusée ou un abri d'auto fixé au sol en font partie et sont réputés transmis avec le fonds.

La propriété du sol « emporte celle du dessus et du dessous », sous réserve des droits publics sur les mines, les hydrocarbures et les eaux souterraines (Québec 1991, art. 951), et les constructions, ouvrages et plantations qui se trouvent sur un immeuble sont présumés faits par le propriétaire du fonds, à ses frais, et lui appartenir (Québec 1991, art. 955). Cette présomption fonde l'habitude de traiter le terrain et le bâtiment comme un tout appartenant à une même personne. Elle n'est qu'une présomption : un titre distinct peut établir une propriété superficiaire, et c'est l'une des raisons pour lesquelles l'évaluateur consulte le registre foncier avant d'attribuer la valeur du bâtiment au propriétaire du sol.

L'immeuble et le propriétaire au sens de la fiscalité municipale

La Loi sur la fiscalité municipale retient une définition propre, plus large que celle du Code civil pour les biens : est un immeuble aux fins du rôle tout immeuble au sens de l'article 900 C.c.Q. ainsi que « tout meuble, sous réserve du troisième alinéa, qui est attaché à demeure à un immeuble », le troisième alinéa excluant les meubles servant à l'exploitation d'une entreprise pour certaines catégories d'immeubles (Québec 1979b, art. 1, par. 2°). La notion de « propriétaire » y est aussi étendue : elle couvre le titulaire du droit de propriété, mais aussi le possesseur, l'emphytéote, l'usufruitier et l'occupant d'une terre de l'État (Québec 1979b, art. 1). L'unité d'évaluation, enfin, est définie à l'article 34 comme le plus grand ensemble possible d'immeubles appartenant à un même propriétaire, contigus, voués à une même fin prédominante et normalement cessibles

globalement compte tenu de l'utilisation la plus probable (Québec 1979b, art. 34). Le chapitre 9 développe ces notions ; il suffit ici de retenir que l'objet inscrit au rôle n'est pas toujours l'objet d'un acte de vente, ce qui compte lorsqu'on compare une valeur au rôle à un prix.

2.1.2 La pleine propriété et le faisceau de droits

La propriété est « le droit d'user, de jouir et de disposer librement et complètement d'un bien, sous réserve des limites et des conditions d'exercice fixées par la loi », et elle « est susceptible de modalités et de démembrements » (Québec 1991, art. 947). La tradition anglo-américaine décrit ce droit comme un **faisceau de droits** : l'usage, la jouissance des fruits, la disposition, le droit d'exclure, le droit de donner à bail, le droit d'hypothéquer, chacun pouvant être détaché et cédé séparément. Le droit civil québécois dit la même chose avec d'autres mots : les modalités (indivision, copropriété divise, propriété superficiaire) répartissent la propriété entre plusieurs titulaires sans la démembrer, tandis que les démembrements (usufruit, usage, servitude, emphytéose) en détachent une partie au profit d'un tiers. À ces droits réels s'ajoutent des droits personnels qui en limitent l'exercice, le bail au premier chef, des sûretés qui le grèvent, l'hypothèque, et des restrictions de droit public, zonage, protection du territoire agricole, protection de l'environnement, qui ne figurent dans aucun titre mais s'imposent à tous. La figure 2.1 schématise cet ensemble et renvoie aux articles qui fondent chaque branche.

Définition 2.1 : Droit évalué

Le **droit évalué** est l'ensemble des prérogatives, réelles ou personnelles, dont la valeur est recherchée dans un mandat : pleine propriété libre de charges, pleine propriété grevée de baux (droit du locateur), droit du locataire, part indivise, fraction de copropriété divise, usufruit ou nue-propriété, droit de l'emphytéote ou du propriétaire du tréfonds. Le droit évalué se décrit par ce qu'il comprend, par les charges qui le grèvent et par la durée pendant laquelle il procure ses avantages. Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent que les démembrements et les restrictions au droit de propriété soient identifiés dans la substance de toute évaluation et que les droits évalués soient énoncés dans tout rapport écrit (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 1.2, éléments 8 et 9 , règle 2.3, élément 2).

La formalisation du chapitre 1, qui définit la valeur marchande comme l'espérance du prix conditionnellement aux caractéristiques du bien et à la date, doit donc être complétée. Si l'on note d le droit évalué et b la base de valeur retenue, la valeur recherchée s'écrit

$$V^{(d,b)} = \mathrm{E}[P \mid \mathbf{x},\ t,\ d,\ b]\,, \tag{2.1}$$

et deux évaluations du même immeuble à la même date ne sont comparables que si d et b coïncident. La plus grande part des malentendus entre un propriétaire, son prêteur et sa municipalité vient de ce que chacun raisonne sur un couple (d, b) différent sans le dire.

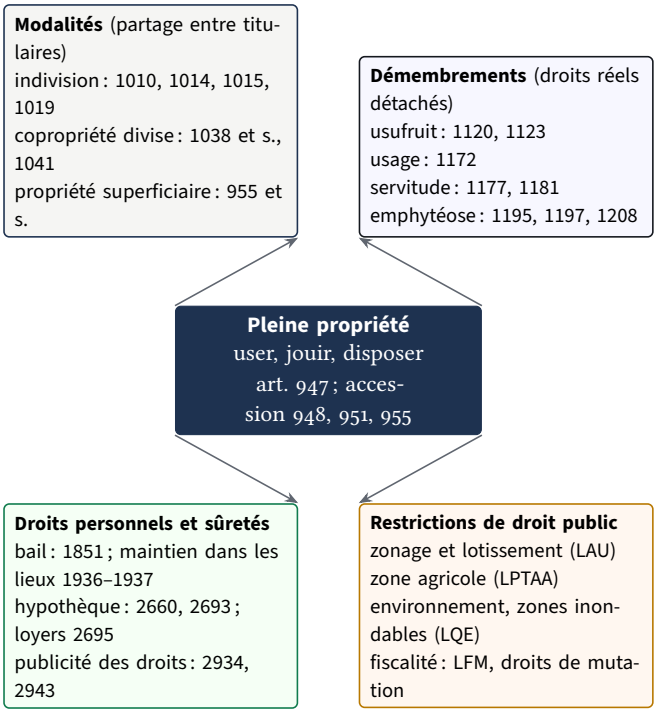


Figure 2.1. Le faisceau de droits en droit civil québécois : la pleine propriété de l'article 947 C.c.Q. peut être partagée entre plusieurs titulaires (modalités), amputée d'un droit réel au profit d'un tiers (démembrements), limitée par des droits personnels et des sûretés, et encadrée par des restrictions de droit public. Chaque branche modifie ce qui est transmis par une vente et, par conséquent, la valeur recherchée.
Source : schéma de l'auteur d'après le Code civil du Québec, texte à jour au 15 octobre 2026 (Québec 1991), et les lois citées (consultation du 31 octobre 2026).

2.1.3 Les modalités de la propriété

La **copropriété** est la propriété de plusieurs personnes sur un même bien ; elle est indivise lorsque le droit de chacun porte sur l'ensemble sans division matérielle, divise lorsque le droit de chacun porte sur une fraction composée d'une partie privative et d'une quote-part des parties communes (Québec 1991, art. 1010). L'indivision conventionnelle sur un immeuble doit être publiée pour être opposable aux tiers (Québec 1991, art. 1014) ; les parts sont présumées égales et chaque indivisaire a sur sa part les droits d'un propriétaire exclusif, qu'il peut aliéner ou hypothéquer (Québec 1991, art. 1015), et il contribue aux charges à proportion de sa part (Québec 1991, art. 1019). Pour l'évaluateur, une part indivise est un bien distinct de la fraction d'un immeuble entier : elle se négocie sur un marché plus étroit, l'acheteur ne peut ni hypothéquer l'immeuble entier ni l'occuper sans l'accord des autres indivisaires, et la convention d'indivision peut contenir des droits de préemption ou d'usage exclusif qui en modifient la valeur. Il est d'usage d'observer une décote par rapport à la quote-part arithmétique de la valeur de l'immeuble ; sa mesure relève du chapitre 7.

La copropriété divise est établie par la publication d'une déclaration (Québec 1991, art. 1038). La valeur relative de chaque fraction, qui détermine la quote-part des parties communes et la contribution aux charges, est établie « en fonction de la nature, de la destination, des dimensions et de la situation de la partie privative de chaque fraction, mais sans tenir compte de son utilisation » (Québec 1991, art. 1041). Cette valeur relative n'est pas une valeur marchande : elle est fixée au moment de la déclaration, selon une méthode que l'acte constitutif doit indiquer, et elle ne suit pas le marché. L'évaluateur qui évalue une fraction évalue donc un droit composé, et il tient compte de l'état financier du syndicat, du fonds de prévoyance et des charges (chapitres 7 et 42). La copropriété divise peut aussi être établie sur un droit d'emphytéose ou de propriété superficiaire, à condition que la durée non écoulée de ce droit soit d'au moins cinquante ans (Québec 1991, art. 1040) ; dans ce cas la fraction a une durée de vie finie, ce qui modifie profondément son évaluation.

2.1.4 Les démembrements

L'usufruit, l'usage, la servitude et l'emphytéose sont les démembrements du droit de propriété nommés par le Code (Québec 1991, art. 1119). Le tableau 2.1 en résume les caractères pertinents pour l'évaluation. L'**usufruit** est le droit d'user et de jouir, pendant un certain temps, d'un bien dont un autre a la propriété, à charge d'en conserver la substance ; sa durée ne peut excéder cent ans, et un usufruit sans terme est viager, ou de trente ans s'il est constitué en faveur d'une personne morale (Québec 1991, art. 1120 et 1123). L'**usage** est le droit de se servir temporairement du bien d'autrui et d'en percevoir les fruits et revenus jusqu'à concurrence des besoins de l'usager et des personnes qui habitent avec lui (Québec 1991, art. 1172). La **servitude** est une charge imposée sur un immeuble, le fonds servant, en faveur d'un autre immeuble, le fonds dominant, appartenant à un propriétaire différent ; elle s'établit par contrat, par testament, par destination du propriétaire ou par l'effet de la loi, et jamais par la seule possession (Québec 1991, art. 1177 et 1181). L'**emphytéose** permet à une personne d'utiliser pleinement un immeuble appartenant à autrui pendant un certain temps, à charge d'y faire des constructions, ouvrages ou plantations qui en augmentent la valeur de façon durable ; sa durée est de dix à cent ans et elle prend fin, notamment, par l'arrivée du terme (Québec 1991, art. 1195, 1197 et 1208).

Ce que ces démembrements ont en commun, du point de vue de l'évaluation, est qu'ils

Tableau 2.1. Modalités et démembrements du droit de propriété : caractères utiles à l'évaluation

Droit	Fondement (C.c.Q.)	Durée	Ce que l'évaluateur mesure
Pleine propriété	art. 947 ; 948, 951, 955	perpétuelle	référence ; valeur de l'ensemble du faisceau
Part indivise	art. 1010, 1014, 1015, 1019	perpétuelle	quote-part de la valeur, corrigée d'une décote d'indivision ; effet de la convention publiée
Fraction divise	art. 1038 et s., 1041, 1064	perpétuelle (finie si établie sur emphytéose ou superficie, art. 1040)	valeur de la partie privative et de la quote-part des communs ; charges et fonds de prévoyance
Usufruit / nue-propriété	art. 1120, 1123	$\leq$ 100 ans ; viager si sans terme ; 30 ans pour une personne morale	valeur actualisée des revenus pendant la durée (usufruit) ; valeur actualisée de la réversion (nue-propriété)
Usage	art. 1172	temporaire, souvent viager	décote de la pleine propriété occupée ; revenus limités aux besoins de l'usager
Servitude	art. 1177, 1181	perpétuelle sauf stipulation	perte de valeur du fonds servant, gain du fonds dominant ; mesure par ventes appariées (chapitre 7)
Emphytéose	art. 1195, 1197, 1208	10 à 100 ans	droit de l'emphytéote sur la durée restante ; droit du propriétaire : rente et réversion des constructions

Source : synthèse de l'auteur d'après le Code civil du Québec, texte à jour au 15 octobre 2026 (Québec 1991) ; dispositions relevées dans `sources/normes-A.csv`.

découpent la propriété *dans le temps* ou *dans l'usage*. L'usufruit et l'emphytéose attribuent à un titulaire les avantages du bien pendant une durée déterminée et laissent au propriétaire une réversion à l'échéance ; la servitude et le droit d'usage retranchent à la propriété une utilité particulière. Cette observation est le fil conducteur de la section 2.2 : tout droit temporaire se mesure par l'actualisation des avantages qu'il procure pendant sa durée, et la réversion par l'actualisation de la valeur qui revient à l'échéance.

2.1.5 Les droits personnels, les sûretés et les restrictions publiques

Le **bail** est le contrat par lequel le locateur s'engage à procurer au locataire, moyennant un loyer, la jouissance d'un bien pendant un certain temps (Québec 1991, art. 1851). Il confère un droit personnel, non un droit réel, mais son effet sur la valeur est aussi concret que celui d'un démembrement : il détermine les revenus que le propriétaire percevra et la durée pendant laquelle il ne pourra ni occuper le bien ni en modifier les conditions d'occupation. Pour un logement, le Code ajoute un droit au maintien dans les lieux (Québec 1991, art. 1936), et l'aliénation volontaire ou forcée de l'immeuble « ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail », qui est continué et peut être reconduit (Québec 1991, art. 1937). L'acquéreur d'un immeuble locatif achète donc les baux en cours : ce sont les loyers en place, non les loyers de marché, qui forment la base de son revenu immédiat, et c'est ce qui distingue le droit du locateur de la pleine propriété libre de baux.

L'hypothèque est un droit réel accessoire qui grève l'immeuble en garantie d'une obligation (Québec 1991, art. 2660) ; elle doit, pour un immeuble, être constituée par acte notarié en minute à peine de nullité absolue (Québec 1991, art. 2693), et l'hypothèque des loyers est immobilière et publiée au registre foncier (Québec 1991, art. 2695). L'hypothèque ne réduit pas la valeur de l'immeuble : elle réduit l'avoir net du propriétaire, et l'évaluateur qui évalue la pleine propriété l'évalue libre d'hypothèque, le financement étant traité séparément (chapitre 31). Elle doit néanmoins être connue, parce que la vente d'un immeuble hypothéqué suppose la quittance, et parce qu'un préavis d'exercice d'un droit hypothécaire inscrit au registre signale une vente possiblement forcée (chapitre 16). Tous ces droits sont opposables aux tiers par leur inscription au registre foncier (Québec 1991, art. 2934 et 2941), et un droit inscrit « est présumé connu de celui qui acquiert ou publie un droit sur le même bien » (Québec 1991, art. 2943) : l'évaluateur ne peut invoquer son ignorance d'une servitude ou d'une hypothèque publiée, et la consultation de l'index aux immeubles fait partie de la vérification des titres (chapitres 6 et 7).

Les restrictions de droit public, enfin, n'apparaissent dans aucun titre mais déterminent ce que le propriétaire peut faire de son bien : règlements de zonage et de lotissement adoptés sous la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (Québec 1979a), interdiction d'utiliser un lot de la zone agricole à une fin autre que l'agriculture sans autorisation (Québec 1978, art. 26), restrictions liées aux terrains contaminés et aux zones inondables (Québec 1972 ; Gouvernement du Québec 2026c). L'état juridique de l'immeuble, que la Loi sur la fiscalité municipale inclut expressément dans l'état de l'unité d'évaluation (Québec 1979b, art. 46, al. 3), fait donc partie du droit évalué, même si aucun acte ne le constate. La fiscalité des transferts s'y ajoute : aux fins des droits sur les mutations immobilières, la notion de « transfert » comprend l'établissement d'une emphytéose et le bail dont la durée, prolongations comprises, excède quarante ans (Québec 1976, art. 1), ce qui rappelle que le législateur lui-même assimile à une mutation la cession d'un droit temporaire assez long.

2.2 Le droit évalué : pleine propriété, droit du locateur, droit du locataire

2.2.1 L'additivité des droits

Considérons un immeuble locatif dont les loyers contractuels, pour la période à venir, sont inférieurs aux loyers que le marché accorderait aujourd'hui à des logements équivalents. Trois droits coexistent. La **pleine propriété libre de baux** est le droit d'un propriétaire qui pourrait louer chaque logement au loyer de marché dès demain ; en anglais, la tradition l'appelle *fee simple*. Le **droit du locateur** est le droit du propriétaire tel qu'il est : il perçoit les loyers contractuels tant que les baux courent, puis retrouve la disposition du bien ou la faculté de relouer au marché à leur échéance. Le **droit du locataire** est l'avantage que procure au locataire un loyer inférieur au marché pendant la durée de son occupation ; il peut avoir une valeur positive, lorsque le loyer est en deçà du marché, nulle, ou négative dans le cas inverse.

Proposition 2.1 : Additivité des droits sur un immeuble locatif

Si le locateur et les locataires actualisent leurs flux au même taux r, si les loyers de marché L_t^m sont ceux qu'un propriétaire libre de baux obtiendrait à chaque période et si la réversion à l'échéance des baux est la même pour le propriétaire libre de baux et pour le locateur, alors la valeur de la pleine propriété libre de baux est la somme de la valeur du droit du locateur et des valeurs des droits des locataires :

$$V_{\text{pleine}} = V_{\text{locateur}} + \sum_j V_{\text{locataire},\, j}. \tag{2.2}$$

Démonstration. La pleine propriété libre de baux donne droit, à chaque période $t = 1, \dots, T$, au revenu net que procurent les loyers de marché, puis à la réversion V_T ; sa valeur est $V_{\text{pleine}} = \sum_{t=1}^{T} N(L_t^m)\,(1+r)^{-t} + V_T\,(1+r)^{-T}$, où $N(\cdot)$ désigne le revenu net correspondant à un niveau de loyers. Le droit du locateur donne droit au revenu net des loyers contractuels L_t^c et à la même réversion : $V_{\text{locateur}} = \sum_{t=1}^{T} N(L_t^c)\,(1+r)^{-t} + V_T\,(1+r)^{-T}$. Le droit du locataire j est l'avantage $L_{jt}^m - L_{jt}^c$ pendant son occupation. Si le revenu net est additif dans les loyers, ce qui est le cas lorsque les dépenses ne dépendent pas du niveau des loyers, la différence $V_{\text{pleine}} - V_{\text{locateur}} = \sum_t \sum_j (L_{jt}^m - L_{jt}^c)(1+r)^{-t}$ est exactement la somme des droits des locataires, et la réversion s'élimine. □

Les hypothèses de la proposition méritent d'être lues avec attention, parce que c'est leur violation qui explique les écarts observés en pratique. Le locataire d'un logement n'actualise pas au taux d'un investisseur, et il ne peut pas vendre son avantage : au Québec, le locataire qui cède son bail « ne peut exiger de contrepartie » (Québec 1991, art. 1978.3), de sorte que la valeur du bail pour le locataire est une *valeur d'usage* pour lui, non une valeur de marché. Les dépenses dépendent parfois du revenu, par exemple les honoraires de gestion imputés en pourcentage du revenu brut effectif, ce qui rend $N(\cdot)$ légèrement non additif. Et la réversion n'est identique que si l'on suppose qu'à l'échéance des baux le locateur retrouve effectivement le marché, ce que le régime du bail de logement, par la reconduction de plein droit et la fixation du loyer, rend progressif plutôt qu'instantané. L'additivité est

donc un cadre de référence qui permet de nommer et de mesurer les écarts, non une identité comptable que l'on observerait dans les prix.

2.2.2 La valeur du droit du locateur et la valeur du bail

Le droit du locateur est la somme des loyers contractuels actualisés, nets des dépenses, et de la réversion actualisée :

$$V_{\text{locateur}} = \sum_{t=1}^{T} \frac{N(L_t^c)}{(1+r)^t} + \frac{V_T}{(1+r)^T}, \tag{2.3}$$

où T est l'horizon au-delà duquel les baux en place ne contraignent plus les revenus et V_T la valeur de l'immeuble à cette date, généralement obtenue en capitalisant le revenu net de l'année $T+1$ (chapitre 30). C'est la structure même du modèle des flux actualisés ; la seule particularité tient à ce que les flux des premières années sont dictés par les baux. Le droit du locataire j se mesure, lui, par l'écart de loyer actualisé pendant la durée n_j de son occupation prévisible :

$$V_{\text{locataire},\,j} = \sum_{t=1}^{n_j} \frac{L_{jt}^m - L_{jt}^c}{(1+r)^t}. \tag{2.4}$$

Lorsque l'écart est constant, $\Delta_j = L_j^m - L_j^c$ par an, la somme se réduit à l'annuité

$$V_{\text{locataire},\,j} = \Delta_j \, \frac{1-(1+r)^{-n_j}}{r}, \tag{2.5}$$

qui croît avec la durée d'occupation et tend vers Δ_j / r si celle-ci devenait perpétuelle. La durée n_j est la variable décisive. Pour un bail commercial, elle est la durée résiduelle du bail, options comprises si elles sont dans la monnaie. Pour un bail de logement au Québec, elle n'est pas la durée du bail, qui est généralement d'un an : elle est la durée pendant laquelle le locataire exercera son droit au maintien dans les lieux, puisque le bail est reconduit de plein droit (Québec 1991, art. 1941) et que le loyer, en cas de désaccord, est fixé par le Tribunal administratif du logement selon des normes réglementaires qui ne font aucune place à la valeur locative de marché (Québec 1991, art. 1952 et 1953). Le Tribunal lui-même l'énonce dans ses résumés de décisions : « La valeur marchande locative n'est pas un critère » de fixation (Tribunal administratif du logement 2026f). Le chapitre 26 détaille ce régime et le chapitre 34 ses conséquences sur les trajectoires de loyers.

2.2.3 Un même schéma : droit temporaire et réversion

L'équation (2.3) n'est qu'un cas particulier d'un schéma général qui s'applique à tout droit temporaire. Si un droit procure un revenu net R_t pendant n périodes et qu'à l'échéance la pleine propriété, d'une valeur V_n, revient à un autre titulaire, alors

$$V_{\text{droit temporaire}} = \sum_{t=1}^{n} \frac{R_t}{(1+r)^t}, \qquad V_{\text{réversion}} = \frac{V_n}{(1+r)^n}, \qquad V_{\text{pleine}} = V_{\text{droit temporaire}} + V_{\text{réversion}}. \tag{2.6}$$

L'usufruit et la nue-propriété se partagent la pleine propriété selon cette formule, la durée n étant le terme de l'usufruit ou, pour un usufruit viager, l'espérance de vie de l'usufruitier ; l'emphytéote et le propriétaire du tréfonds de même, le second recevant en outre la rente

emphytéotique ; le locateur et le locataire d'un bail commercial à long terme également. Lorsque le revenu net croît à un taux constant g et que la valeur de réversion est elle-même la capitalisation du revenu suivant au taux $r-g$, la somme des deux termes redonne exactement $R_1/(r-g)$, ce qui est l'identité de Gordon que le chapitre 30 démontre ; l'exercice 2.4 le vérifie numériquement. L'intérêt pratique de cette identité est de fournir un test de cohérence : si la somme des droits partiels, évalués séparément, s'écarte sensiblement de la valeur de la pleine propriété, c'est que les hypothèses de taux, de durée ou de réversion ne sont pas cohérentes d'un droit à l'autre.

2.2.4 La durée des baux de logement : rotation et convergence vers le marché

Dans un immeuble de logements, la durée n_j de chaque occupation est inconnue. On la modélise. Si une fraction ρ des logements se libère chaque année et que chaque logement libéré est reloué au loyer de marché, la probabilité qu'un locataire en place le soit encore après t années est $(1-\rho)^t$, et le loyer espéré d'un logement à la date t est un mélange du loyer contractuel indexé et du loyer de marché :

$$\mathrm{E}[L_t] = (1-\rho)^t \, L_0^c \, (1+g_c)^t + \left[1-(1-\rho)^t\right] L_0^m \, (1+g_m)^t, \tag{2.7}$$

où g_c est le taux d'indexation des loyers en place, que le régime québécois de fixation borne de fait, et g_m le taux de croissance des loyers de marché. Si l'on suppose pour simplifier que l'écart croît au taux g et que le premier écart, net de l'inoccupation, vaut Δ_1, la valeur actuelle de l'ensemble des écarts futurs vaut, à horizon infini,

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{\Delta_1 \left[(1-\rho)(1+g)\right]^{t-1}}{(1+r)^t} = \frac{\Delta_1}{r-g+\rho\,(1+g)}, \qquad (1-\rho)(1+g) < 1+r. \tag{2.8}$$

La démonstration est celle d'une série géométrique de raison $q = (1-\rho)(1+g)/(1+r)$: la somme vaut $\Delta_1/[(1+r)(1-q)]$, et le dénominateur se simplifie en $r-g+\rho(1+g)$. Le résultat se lit comme une capitalisation à un taux augmenté de la rotation : sans rotation ($\rho = 0$), l'écart est capitalisé au taux $r-g$ comme s'il était perpétuel ; avec une rotation de 15 % par an, le dénominateur est plus que quintuplé pour les paramètres du cas 3, et la valeur de l'écart est divisée d'autant. Ce que cette formule enseigne est que la décote d'un immeuble pour loyers inférieurs au marché dépend bien moins du niveau de l'écart que de sa *durée*, c'est-à-dire de la rotation attendue des locataires. L'section 2.5 compare cette formule fermée à la projection logement par logement du module partagé du cas 3, et la section 2.6 fait varier ρ.

Le droit du locateur au rôle d'évaluation foncière

La Loi sur la fiscalité municipale tranche la question du droit évalué pour le rôle d'une manière qui surprend souvent les propriétaires d'immeubles locatifs. Aux fins de l'établissement de la valeur réelle, « le vendeur est réputé détenir tous les droits du locataire », sauf pour les logements à loyer modique, les logements abordables faisant l'objet d'une convention avec la Société d'habitation du Québec, une municipalité ou la Société canadienne d'hypothèques et de logement, et les logements inscrits au nom d'un office d'habitation (Québec 1979b, art. 45.1, mod. 2025, c. 33). Autrement dit, la valeur réelle au rôle d'un immeuble locatif ordinaire est celle de la pleine propriété libre

de baux, alors que la valeur marchande que l'évaluateur estime pour une vente ou un prêt est celle du droit du locateur. Pour un immeuble dont les loyers sont très inférieurs au marché, la valeur au rôle peut donc excéder légitimement le prix auquel l'immeuble se vendrait, sans qu'il y ait erreur du côté municipal ni du côté de l'évaluateur privé ; les deux mesurent des droits différents. Le chapitre 9 en tire les conséquences pour la contestation et l'exemple de la section 2.5 en donne la mesure sur le cas 3. Texte consulté le 31 octobre 2026, à jour au 15 octobre 2026.

2.3 Les bases de valeur

Une **base de valeur** est l'énoncé des hypothèses fondamentales sous lesquelles une valeur est estimée : qui sont les parties présumées, dans quelles conditions elles négocient, avec quelle information, dans quel délai, et à quelle date. Les Normes internationales d'évaluation consacrent à cette notion la norme IVS 102, dont l'annexe définit les bases reconnues (International Valuation Standards Council 2025, IVS 102, annexe). Le choix de la base précède toute méthode : la méthode de comparaison, la méthode du coût et la méthode du revenu sont des moyens d'estimer une valeur dont la base a été fixée d'avance, et une même méthode conduit à des résultats différents selon la base, parce que les intrants admissibles ne sont pas les mêmes.

2.3.1 La valeur marchande : quatre textes, une même idée

Le tableau 2.2 met en regard les quatre définitions que l'évaluateur québécois rencontre. Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ définissent la valeur marchande comme « le prix sincère le plus probable, de la vente réelle ou présumée d'un immeuble, à une date donnée », sur « un marché libre et ouvert à la concurrence », et elles l'assortissent de quatre conditions : des parties bien informées de l'état de l'immeuble, des conditions du marché et de l'usage le plus probable ; une mise en vente d'une durée suffisante ; un paiement en argent comptant, en dollars canadiens, ou l'équivalent ; un prix épuré de l'incidence des mesures incitatives, des conditions et du financement avantageux (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, p. Intro-11). Les IVS 2025 définissent la *market value* comme le montant estimé auquel un actif ou un passif devrait s'échanger, à la date d'évaluation, entre un acheteur et un vendeur consentants, dans une transaction sans lien de dépendance, après une mise en marché appropriée, les parties ayant chacune agi en connaissance de cause, avec prudence et sans contrainte [1] (International Valuation Standards Council 2025, A10.01). Les CUSPAP 2026 de l'Institut canadien des évaluateurs parlent du « prix le plus probable, à une date déterminée, en argent comptant ou en termes équivalents à l'argent comptant, ou en d'autres termes précisément révélés », auquel les droits spécifiés devraient se vendre

1. Texte original : « Market value is the estimated amount for which an asset and/or liability should exchange on the valuation date between a willing buyer and a willing seller in an arm's-length transaction, after proper marketing and where the parties had each acted knowledgeably, prudently and without compulsion. » (International Valuation Standards Council 2025, IVS 102, annexe, A10.01). L'édition 2025 écrit « an asset and/or liability » là où l'édition de 2022 écrivait « an asset or liability » ; la numérotation IVS 104 pour les bases de valeur, souvent citée, est celle de l'édition de 2022.

après une exposition raisonnable sur un marché concurrentiel[2] (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3). La Loi sur la fiscalité municipale, enfin, définit la valeur réelle d'une unité d'évaluation comme « sa valeur d'échange sur un marché libre et ouvert à la concurrence, soit le prix le plus probable » d'une vente de gré à gré, entre parties qui n'y sont pas obligées et qui sont raisonnablement informées de l'état de l'unité, de l'utilisation qui peut le plus probablement en être faite et des conditions du marché (Québec 1979b, art. 43).

Les quatre textes convergent sur l'essentiel. Tous décrivent une transaction *hypothétique* à une date donnée, entre des parties informées et non contraintes, après une exposition normale au marché, et tous désignent la grandeur recherchée comme la plus probable, non comme la plus élevée ni comme celle qu'un acheteur particulier paierait. Le chapitre 1 a montré que cette « probabilité la plus grande » se formalise comme l'espérance du prix conditionnellement aux caractéristiques du bien et à la date, et le chapitre 16 en déduit les critères de sélection des ventes comparables. Trois différences méritent cependant attention. La première tient à l'objet : les CUSPAP évaluent des « droits spécifiés », les IVS un « actif », l'OEAQ un « immeuble » et la LFM une « unité d'évaluation » ; seule la formulation canadienne rend explicite, dans la définition même, que le droit évalué doit être nommé, ce que les NPP exigent ailleurs, dans le contenu du rapport. La deuxième tient au paiement : l'OEAQ et les CUSPAP imposent un prix comptant ou équivalent et l'épuration des conditions de financement, ce qui fonde l'ajustement de financement de la méthode de comparaison (chapitre 17) ; les IVS l'absorbent dans la notion de transaction sans lien de dépendance. La troisième tient à la date et à la fiscalité : la LFM fixe la date par la loi et non par le mandat, et elle ajoute, à l'article 45, que l'on tient compte de l'incidence des avantages ou désavantages de l'unité « en les considérant de façon objective », ce qui exclut les circonstances propres au propriétaire actuel (Québec 1979b, art. 45).

En pratique

Le rapport d'évaluation reproduit la définition de la valeur qu'il applique, avec sa source et sa date : c'est le quatrième des douze éléments que tout rapport écrit doit contenir selon les NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 4). Lorsque le mandat est régi par les CUSPAP, par exemple pour un prêteur fédéral, ou lorsque le client est une entité qui publie des états financiers selon les IFRS, l'évaluateur précise laquelle des définitions il retient et, si les définitions diffèrent sur un point qui compte pour le bien évalué, il le signale. Au Québec, pour un mandat ordinaire de valeur marchande, la définition des NPP s'impose au membre de l'Ordre.

2.3.2 La valeur réelle aux fins du rôle

La valeur réelle des articles 42 à 46 de la Loi sur la fiscalité municipale est une base de valeur à part entière, proche de la valeur marchande par son texte, distincte par trois traits que le chapitre 9 détaille et qu'il faut nommer ici. Le premier est la date : la valeur est établie en fonction de l'état de l'unité et des conditions du marché « tels qu'ils existent le 1er juillet du deuxième exercice financier qui précède le premier de ceux pour lesquels le

2. « The most probable price, as of a specified date, in cash, or in terms equivalent to cash, or in other precisely revealed terms, for which the specified property rights should sell after reasonable exposure in a competitive market… » (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3, Definitions).

Tableau 2.2. Définitions comparées de la valeur marchande et de la valeur réelle (textes en vigueur au 31 octobre 2026)

Élément	OEAQ, NPP (en vigueur depuis le 1er février 2024)	IVS 2025 (en vigueur le 31 janvier 2025), IVS 102 A10.01	CUSPAP 2026 (en vigueur le 1er avril 2026), s. 3	LFM, art. 43 (à jour au 15 octobre 2026)
Grandeur estimée	prix sincère le plus probable	montant estimé (*estimated amount*)	prix le plus probable	valeur d'échange, soit le prix le plus probable
Objet	immeuble	actif ou passif	droits spécifiés (*specified property rights*)	unité d'évaluation
Date	« à une date donnée »	« on the valuation date »	« as of a specified date »	date de référence du rôle (art. 46)
Marché	libre et ouvert à la concurrence	transaction sans lien de dépendance	marché concurrentiel	libre et ouvert à la concurrence ; vente de gré à gré
Parties	bien informées de l'état, du marché et de l'usage le plus probable	consentantes, agissant en connaissance de cause, avec prudence et sans contrainte	implicites dans le marché concurrentiel ; acheteur et vendeur typiquement motivés dans les commentaires	non obligées ; raisonnablement informées de l'état, de l'utilisation la plus probable et du marché
Exposition	mise en vente d'une durée suffisante	après une mise en marché appropriée	après une exposition raisonnable	implicite
Paiement	comptant (dollars canadiens) ou équivalent	implicite dans « montant »	comptant, équivalent, ou autres termes précisément révélés	implicite ; incidence objective des avantages et désavantages (art. 45)
Épuration	incitatifs, conditions et financement avantageux exclus	implicite dans « sans lien de dépendance »	termes révélés	—

Source : paraphrases de l'auteur d'après Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), International Valuation Standards Council (2025), Appraisal Institute of Canada (2026) et Québec (1979b), consultés le 31 octobre 2026 ; les textes ne sont pas reproduits in extenso.

rôle est fait » (Québec 1979b, art. 46, al. 1), soit le 1er juillet 2024 pour le rôle 2026-2028 de Montréal et le 1er juillet 2025 pour le rôle 2027-2029 de Gatineau. Le deuxième est le droit évalué : la pleine propriété libre de baux, sauf exceptions, par l'effet de l'article 45.1 rappelé plus haut. Le troisième est la proportionnalité : les valeurs inscrites au rôle « doivent, dans l'ensemble, tendre à représenter une même proportion des valeurs réelles » (Québec 1979b, art. 42, al. 2), et l'évaluateur municipal mesure cette proportion médiane et son inverse, le facteur comparatif (Québec 1979b, art. 264). Il en résulte qu'une valeur au rôle ne se compare à une valeur marchande qu'après deux corrections, celle de la proportion et celle de la date :

$$V_{\text{rôle}}^{\text{unif.}}(t_{\text{réf}}) = F \times V_{\text{rôle}}, \qquad F = \frac{1}{\text{proportion médiane}}, \tag{2.9}$$

la valeur uniformisée ainsi obtenue étant une estimation de la valeur réelle à la date de référence, non à la date d'évaluation. Lorsque l'immeuble ne peut faire l'objet d'une vente de gré à gré, la loi substitue au prix le plus probable celui qu'une personne « serait justifiée de payer et d'exiger si elle était à la fois l'acheteur et le vendeur » (Québec 1979b, art. 44), ce qui est une définition de valeur d'usage objectivée et non de valeur d'échange.

2.3.3 Les autres bases de valeur

Le tableau 2.3 présente les bases que l'évaluateur résidentiel et multirésidentiel rencontre, avec leur fondement et la méthode qui leur convient. La **valeur d'investissement** est, selon les IVS, la valeur d'un actif pour un propriétaire ou un propriétaire éventuel donné, en fonction de ses objectifs propres d'investissement ou d'exploitation ; c'est une base propre à l'entité (International Valuation Standards Council 2025, A40.01–A40.02). Elle se calcule par le même modèle de flux actualisés que la valeur marchande, mais avec les flux, le taux d'actualisation, la fiscalité et l'horizon de cet investisseur particulier :

$$V_{\text{inv}} = \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t^i}{(1+r_i)^t} + \frac{V_T^i}{(1+r_i)^T}, \qquad V_{\text{inv}} - V_{\text{marché}} = \text{prime ou décote propre à l'investisseur}, \tag{2.10}$$

et la différence entre les deux est la raison même pour laquelle une transaction a lieu : l'acheteur achète parce que sa valeur d'investissement excède le prix, le vendeur vend parce que la sienne lui est inférieure. Geltner et al. (2014) et Baum et al. (2021) développent cette distinction, qui est au cœur du chapitre 30. La **valeur équitable** est le prix estimé pour le transfert d'un actif entre des parties identifiées, informées et consentantes, qui reflète les intérêts respectifs de ces parties (International Valuation Standards Council 2025, A30.01) ; elle sert, par exemple, au rachat d'une part indivise entre coïndivisaires ou au partage d'un patrimoine, lorsque la transaction n'est pas ouverte au marché. La **valeur synergique** résulte de la combinaison de deux actifs ou droits dont la valeur réunie excède la somme des valeurs séparées (International Valuation Standards Council 2025, A50.01) ; l'assemblage de terrains en vue d'un redéveloppement (chapitre 41) et la réunion de l'usufruit et de la nue-propriété en sont des exemples. La **valeur de liquidation** est le montant qui serait réalisé lors d'une vente de liquidation, le vendeur étant contraint de vendre à une date donnée, selon l'une de deux prémisses, la transaction ordonnée avec un délai de commercialisation typique ou la transaction forcée avec un délai raccourci (International Valuation Standards Council 2025, A60.01) ; c'est la base pertinente pour une reprise hypothécaire ou une vente sous contrôle de justice, et c'est pourquoi ces

ventes sont exclues ou ajustées comme comparables de valeur marchande (chapitre 16). La **juste valeur** au sens de l'IFRS 13 est le prix qui serait reçu pour la vente d'un actif lors d'une transaction normale entre des intervenants du marché à la date d'évaluation, telle que les IVS la rapportent (International Valuation Standards Council 2025, A70.01) ; elle est très proche de la valeur marchande mais relève de la comptabilité, et c'est elle que les sociétés immobilières appliquent à leurs immeubles de placement.

Deux bases de valeur d'origine québécoise complètent le tableau. La **valeur assurable** est le coût de reconstruction du bâtiment : le Code civil impose au syndicat d'une copropriété divise une assurance d'un montant permettant « la reconstruction de l'immeuble conformément aux normes, usages et règles de l'art », montant qui doit être évalué au moins tous les cinq ans par un membre d'un ordre professionnel désigné par règlement (Québec 1991, art. 1073), et le règlement désigne à cette fin les seuls membres de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec (Québec 2020b, art. 3). Les Normes de pratique professionnelle consacrent leurs normes 13 et 14 à l'évaluation aux fins d'assurance (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, table des matières). La valeur assurable exclut le terrain et, en principe, la dépréciation économique ; elle relève de la méthode du coût (chapitre 21) et n'est jamais une indication de valeur marchande. La **valeur d'usage**, enfin, est la valeur qu'un bien a pour un usage déterminé ou pour un utilisateur particulier, indépendamment de son prix d'échange ; le *Dictionary of Real Estate Appraisal* la définit par la valeur que procure un usage spécifique à un utilisateur spécifique (Appraisal Institute 2022). Elle apparaît en filigrane dans l'article 44 de la LFM et dans la valeur qu'un propriétaire-occupant attache à sa maison ; elle explique pourquoi un propriétaire refuse souvent une offre égale à la valeur marchande sans que l'un ou l'autre ait tort.

2.3.4 Base, prémisse et usage le meilleur et le plus profitable

Une base de valeur s'accompagne d'une **prémisse de valeur**, qui décrit les circonstances de la transaction présumée : utilisation actuelle, usage le meilleur et le plus profitable, liquidation ordonnée ou forcée. Les IVS définissent l'usage le meilleur et le plus profitable comme l'usage, du point de vue d'un participant au marché, qui produirait la valeur la plus élevée pour l'actif (International Valuation Standards Council 2025, A90.01), et les NPP en font le onzième élément de la substance de toute évaluation et le neuvième de tout rapport (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règles 1.2 et 2.3). La Loi sur la fiscalité municipale en retient l'équivalent par l'« utilisation qui peut le plus probablement en être faite » (Québec 1979b, art. 43, par. 2°). Le chapitre 41 y consacre un développement complet ; ce qui importe ici est que la prémisse fait partie de la définition de ce que l'on évalue, au même titre que le droit et la base, et qu'elle doit être énoncée.

2.4 Prix, valeur et coût

Le **prix** est un fait : la somme convenue entre un acheteur et un vendeur à l'occasion d'une transaction particulière, constatée dans un acte. La **valeur** est une opinion : l'estimation, à une date donnée et pour une base donnée, du prix le plus probable. Le **coût** est une dépense : ce qu'il faut débourser pour produire un bien, qu'il s'agisse de l'acquérir, de le construire ou de le reproduire. Le chapitre 1 a établi les fondements économiques de cette triple distinction ; le chapitre 16 montre comment les prix observés servent à estimer la

Tableau 2.3. Bases de valeur rencontrées en évaluation résidentielle et multirésidentielle au Québec

Base	Fondement (source, date de consultation 2026-10-31)	Emploi typique	Méthode et intrants
Valeur marchande	NPP OEAQ, Intro-11 ; IVS 102 A10 ; CUSPAP 2026 s. 3	vente, financement hypothécaire, litige, expropriation (règles propres)	trois méthodes ; intrants de marché ; droit du locateur pour un immeuble loué
Valeur réelle (rôle)	LFM art. 42–46, 45.1	rôle d'évaluation foncière, taxation	évaluation de masse ; date de référence légale ; libre de baux sauf exceptions
Loyer de marché	IVS 102 A20	méthode du revenu, bail commercial, état locatif	loyers de logements comparables, conditions de bail appropriées
Valeur d'investissement	IVS 102 A40	décision d'achat ou de conservation d'un investisseur	flux actualisés avec les paramètres de l'investisseur
Valeur équitable	IVS 102 A30	rachat entre indivisaires, partage, transfert intrafamilial	négociation hypothétique entre parties identifiées
Valeur synergique	IVS 102 A50	assemblage de terrains, réunion de droits démembrés	valeur de l'ensemble moins somme des parties
Valeur de liquidation	IVS 102 A60 (prémisses ordonnée / forcée)	reprise hypothécaire, faillite, vente sous contrôle de justice	valeur marchande corrigée du délai de commercialisation réduit
Juste valeur (IFRS 13)	IVS 102 A70	états financiers des sociétés immobilières	proche de la valeur marchande ; hiérarchie des intrants comptables
Valeur assurable (coût de reconstruction)	C.c.Q. art. 1073 ; CCQ, r. 4.1, art. 3 ; NPP, normes 13 et 14	assurance des copropriétés divises, polices immobilières, fonds de prévoyance (art. 1791)	méthode du coût ; bâtiment seul, sans terrain ni dépréciation économique
Valeur d'usage	Appraisal Institute (2022) ; LFM art. 44 (sans vente possible)	propriétaire-occupant, immeuble à vocation unique	flux ou coût pour l'usage actuel ; non transférable

valeur ; le chapitre 21 montre à quelles conditions le coût en est une indication. Il reste à souligner trois conséquences juridiques et pratiques.

La première est que le prix inscrit à un acte de vente n'est pas nécessairement le prix de l'immeuble au sens du Code civil. Il peut comprendre des biens meubles, dont la contrepartie doit être retranchée ; il peut refléter des conditions de financement consenties par le vendeur, qui ne sont pas de l'argent comptant ; il peut résulter d'une vente entre personnes liées, d'une succession pressée ou d'une reprise hypothécaire, auquel cas il relève d'une autre base que la valeur marchande. La loi fiscale québécoise en tire elle-même les conséquences : la base d'imposition des droits sur les mutations immobilières est le plus élevé de la contrepartie fournie, de la contrepartie stipulée et de la valeur marchande de l'immeuble au moment de son transfert (Québec 1976, art. 2), ce qui revient à dire que le législateur ne présume pas que le prix convenu égale la valeur.

La deuxième est que la valeur n'est jamais observée, même lorsqu'une vente du sujet vient d'avoir lieu. Un prix récent du sujet est la meilleure des informations, mais il reste la réalisation d'une transaction particulière dont l'écart à la valeur est inconnu ; les modèles du chapitre 16 en font une observation parmi d'autres, dotée d'un poids élevé. C'est pourquoi les définitions professionnelles parlent de prix « présumé » ou de montant « estimé », et pourquoi un rapport d'évaluation conclut par une opinion motivée, non par une constatation.

La troisième est que le coût ne devient une valeur qu'à travers un marché. Le coût de construction d'un bâtiment neuf fixe un plafond au prix que paiera un acheteur rationnel, parce qu'il pourrait construire lui-même (chapitre 21) ; mais la valeur d'un bâtiment existant dépend de ce que le marché est prêt à payer pour ses services, et les dépréciations du chapitre 24 mesurent précisément l'écart entre le coût et cette valeur. À l'inverse, des travaux de rénovation payés 100 000 $ ne valent 100 000 $ aux yeux du marché que si des acheteurs sont disposés à payer cette somme de plus pour en bénéficier, ce que la méthode des ventes appariées du chapitre 17 permet de vérifier. Les confusions entre prix, valeur et coût se retrouvent dans trois formulations à proscrire : « l'immeuble vaut ce qu'il s'est vendu », « la valeur au rôle est la valeur », « j'ai investi tant, donc il vaut au moins tant ».

2.5 Exemple intégral : le droit du locateur et la pleine propriété sur le cas 3

Données synthétiques

L'immeuble de douze logements du cas 3 est fictif. Son état locatif (`data/synthetic/cas3_montreal_etat_locatif.csv`), son historique de dépenses, ses quarante ventes comparables et ses hypothèses de projection (`cas3_montreal_hypotheses_dcf.json`) ont été générés par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` ; les loyers contractuels y sont tirés de la loi « loyer de marché $\times$ $0{,}98^{\text{ancienneté}}$ », et les loyers de marché sont calibrés sur les loyers moyens de la zone Rosemont publiés par la SCHL pour octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a). Tous les chiffres de cette section et de la suivante sont reproduits par `analysis/python/cases/ch02_droits.py`, qui

n'appelle que les fonctions du module partagé `traite.cas3` et de `traite.finance` ; les valeurs de base (revenu net 89 956 $, valeur par flux actualisés 2 208 566 $) sont celles des chapitres 29, 30 et 47.

Exemple 2.1 : Valeur du droit du locateur, valeur des baux et valeur de la pleine propriété d'un immeuble de douze logements à Montréal

L'immeuble, construit en 1962 dans Rosemont, comprend quatre logements de 3½, six de 4½ et deux de 5½, tous loués par des baux de douze mois échéant le 30 juin 2027. La date d'évaluation est le 1er septembre 2026. Les hypothèses de projection sont celles du cas 3 : taux d'actualisation de 7,25 %, indexation des loyers en place à 3,1 % par an, croissance des loyers de marché de 3,5 %, rotation de 15 % des logements par an, inoccupation et mauvaises créances de 3,9 %, taux terminal de 5,00 % et coûts de vente de 2,5 % à l'horizon de dix ans. L'analyse procède en cinq étapes.

Étape 1 : l'écart contractuel. Le tableau 2.4 compare, pour chaque logement, le loyer contractuel et le loyer de marché estimé. Le revenu brut potentiel contractuel est de 165 540 $ par an ; au marché, il serait de 186 036 $; l'écart est de 20 496 $ par an, soit 11,0 % du revenu de marché, et de 19 697 $ une fois déduite l'inoccupation de 3,9 %. L'écart est très inégalement réparti. Le locataire du logement 103, en place depuis 2008, paie 728 $ pour un logement dont le marché demanderait 1 047 $, soit 319 $ de moins par mois et un ratio de 0,70 ; les locataires arrivés en 2025 paient 98 % du marché. Le ratio moyen est de 0,884, et la figure 2.2(a) montre que l'écart suit l'ancienneté, ce qui est la loi de génération du jeu synthétique mais aussi, dans un régime de loyers encadrés, une régularité observée.

Étape 2 : la valeur de chaque bail pour son locataire. L'équation (2.5) donne la valeur de l'avantage locatif selon la durée pendant laquelle le locataire se maintiendra dans les lieux. Pour le logement 103, l'écart annuel de 3 828 $ vaut 15 591 $ si le locataire reste cinq ans et 26 578 $ s'il reste dix ans, au taux de 7,25 % ; perpétuel, il vaudrait 52 800 $. La figure 2.2(b) trace ces courbes pour quatre logements. Ces montants sont des valeurs d'usage pour les locataires : la loi leur interdit de les monnayer par une cession (Québec 1991, art. 1978.3), et le locateur ne peut les racheter qu'en négociant un départ. Leur somme, sur l'ensemble de l'immeuble et pour une durée donnée, mesure l'avantage que le marché locatif réglementé transfère des propriétaires aux occupants en place.

Étape 3 : la décomposition par les flux actualisés. Le module du cas 3 projette le revenu net sur onze ans en reconduisant les baux au taux d'indexation, en relouant chaque année deux logements au loyer de marché et en déduisant les dépenses normalisées et les dépenses en capital prévues. La valeur du droit du locateur ainsi obtenue est $V_{\text{locateur}} = 2\,208\,566\,\$$, dont 662 410 $ pour les dix flux et 1 546 156 $ pour la valeur terminale actualisée (chapitre 30). Pour obtenir la valeur de la pleine propriété libre de baux, on refait la même projection en supposant chaque logement loué au marché dès la première année ; tout le reste étant égal, elle donne $V_{\text{pleine}} = 2\,235\,712\,\$$. La différence, 27 146 $, est la valeur agrégée des droits des locataires, soit 1,21 % de la pleine propriété. Le tableau 2.5 détaille les deux projections. La figure 2.3(a) montre que l'écart de revenu net, de 18 909 $ la première année, tombe à 3 692 $ la quatrième et disparaît la sixième,

lorsque tous les logements ont été reloués une fois ; au-delà, les deux trajectoires coïncident à un millier de dollars près, et les valeurs terminales ne diffèrent que de 0,7 %.

Étape 4 : l'erreur de la capitalisation naïve. Un raisonnement fréquent consiste à capitaliser la différence de revenu net de la première année au taux de capitalisation du marché, comme si l'écart devait durer toujours. Avec le taux médian extrait des ventes comparables, 4,42 % (chapitre 29), le revenu net contractuel de 89 956 $ donne 2 037 503 $ et le revenu net au marché de 108 865 $ donne 2 465 788 $: l'écart capitalisé est de 428 285 $, seize fois la valeur obtenue par la projection. La formule fermée (2.8) explique l'ordre de grandeur : sans rotation, l'écart net de 19 697 $, croissant à 3,5 %, vaut $19\,697/(0{,}0725 - 0{,}035) = 525\,244$ $; avec une rotation de 15 %, le dénominateur passe à $0{,}0375 + 0{,}15 \times 1{,}035 = 0{,}19275$ et la valeur à 102 188 $. La projection logement par logement donne moins encore, 27 146 $, parce qu'elle reloue d'abord les logements les plus éloignés du marché, ce qui ferme l'écart plus vite qu'une rotation aléatoire, et parce que les honoraires de gestion, calculés en pourcentage du revenu, absorbent une part de l'écart. Les trois chiffres ne sont pas contradictoires : ils correspondent à trois hypothèses sur la *durée* de l'avantage locatif, perpétuelle, décroissante au hasard, ou ciblée sur les logements les plus sous-évalués, et c'est cette hypothèse, bien plus que le niveau de l'écart, qui fixe la décote du droit du locateur.

Étape 5 : le rôle et le marché. La valeur inscrite au rôle fictif de l'immeuble pour l'exercice 2026 est de 2 200 000 $, pour une date de référence au marché du 1er juillet 2024. Elle n'est comparable ni à V_{locateur} ni à V_{pleine} sans deux précisions. Par l'effet de l'article 45.1 de la LFM, la valeur réelle au rôle est établie comme si le vendeur détenait tous les droits des locataires, c'est-à-dire sur la base de V_{pleine} ; et elle est établie à une date antérieure de vingt-six mois à la date d'évaluation. Si l'écart entre les deux valeurs est ici modeste, c'est parce que la rotation présumée est rapide ; pour un immeuble dont les locataires sont très anciens et dont la rotation attendue serait d'un logement par an, la section 2.6 montre que l'écart approcherait 60 000 $, et sans aucune rotation 400 000 $. L'évaluateur qui compare la valeur au rôle à son estimation de valeur marchande doit donc toujours se demander quel droit chacune mesure.

2.6 Sensibilité : rotation et taux d'actualisation

La décomposition de la section 2.5 repose sur deux paramètres que l'évaluateur ne lit nulle part et qu'il doit estimer : la rotation des locataires et le taux d'actualisation. Le tableau 2.6 refait la décomposition pour zéro, un, deux, trois et six logements reloués au marché par an, et pour des taux d'actualisation de 6,25 %, 7,25 % et 8,25 % ; la figure 2.3(b) en donne l'image. Deux résultats se dégagent. Le premier est que la rotation domine tout : la valeur agrégée des baux pour les locataires passe de 397 186 $ sans rotation à 59 858 $ avec un logement reloué par an, 27 146 $ avec deux, 17 360 $ avec trois et 5 195 $ avec six, au taux de 7,25 %. Entre l'hypothèse d'immobilité complète et celle d'un renouvellement de la moitié des locataires chaque année, la décote varie d'un facteur 76. Le second est que le taux d'actualisation ne change presque rien à la décote, bien qu'il change beaucoup les deux valeurs : entre 6,25 % et 8,25 %, V_{locateur} varie de 2 396 754 $ à 2 037 842 $, soit de 15 %, alors que l'écart ne bouge que

Tableau 2.4. État locatif du cas 3 : loyers contractuels, loyers de marché et écarts par logement (données synthétiques, au 1er septembre 2026)

Logement	Type	Anc. (ans)	Contrat ($/mois)	Marché ($/mois)	Écart ($/mois)	Écart ($/an)	Ratio
101	3½	5	917	1 015	98	1 176	0,903
102	3½	12	788	1 004	216	2 592	0,785
103	3½	18	728	1 047	319	3 828	0,695
104	3½	1	1 068	1 090	22	264	0,980
201	4½	8	1 144	1 345	201	2 412	0,851
202	4½	2	1 191	1 240	49	588	0,960
203	4½	8	1 167	1 372	205	2 460	0,851
204	4½	8	1 064	1 251	187	2 244	0,851
301	4½	1	1 328	1 356	28	336	0,979
302	4½	8	1 258	1 478	220	2 640	0,851
303	5½	3	1 526	1 622	96	1 152	0,941
304	5½	2	1 616	1 683	67	804	0,960
Total annuel			165 540	186 036	—	20 496	0,890

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch02_droits.py` (fonction `traite.cas3.revenus`), graine 20261031 ; loyers mensuels totalisés sur douze mois.

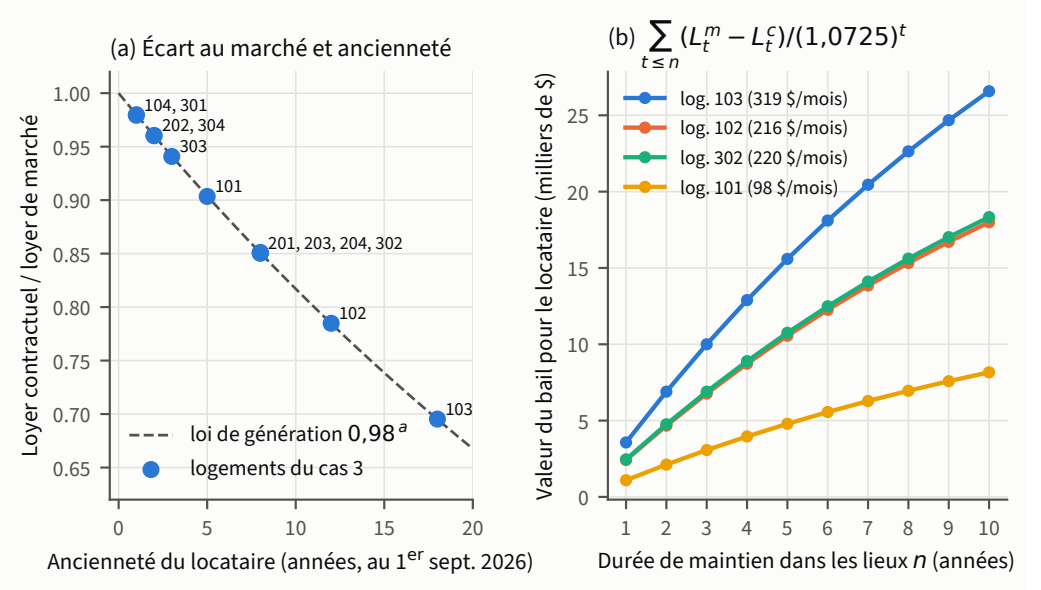


Figure 2.2. Cas 3 : (a) ratio du loyer contractuel au loyer de marché des douze logements selon l'ancienneté du locataire ; la ligne pointillée est la loi de génération du jeu synthétique. (b) Valeur du bail pour le locataire, par l'équation (2.5), selon la durée de maintien dans les lieux, au taux de 7,25 % : l'avantage du locataire le plus ancien dépasse 26 000 $ s'il reste dix ans.
Source : [données synthétiques] `analysis/python/figures/ch02_ecart_logements.py`, graine 20261031

Tableau 2.5. Décomposition de la pleine propriété du cas 3 entre le droit du locateur et les droits des locataires (flux actualisés à 7,25 %, données synthétiques)

Grandeur	Droit du locateur ($)	Pleine propriété ($)	Écart ($)
Revenu brut potentiel, année 1	165 540	186 036	20 496
Revenu brut effectif, année 1	168 444	188 141	19 697
Revenu net d'exploitation, année 1	89 956	108 865	18 909
Revenu net, année 2	99 512	112 678	13 166
Revenu net, année 3	107 915	116 735	8 821
Revenu net, année 4	117 368	121 060	3 692
Revenu net, année 5	124 388	125 629	1 241
Revenu net, année 6	130 890	130 496	−394
Revenu net, année 11 (valeur terminale)	159 658	158 583	−1 075
Valeur présente des flux (10 ans)	662 410	699 966	37 556
Valeur présente de la valeur terminale nette	1 546 156	1 535 746	−10 410
Valeur (V_0)	2 208 566	2 235 712	27 146
Capitalisation directe du RNE de l'année 1 à 4,42 %	2 037 503	2 465 788	428 285

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch02_droits.py` (fonctions `traite.cas3.projection_dcf` et `valeur_dcf`), graine 20261031 ; l'écart négatif des années 6 à 11 provient de la règle discrète de relocation du module, qui reloue deux logements par an dans les deux scénarios.

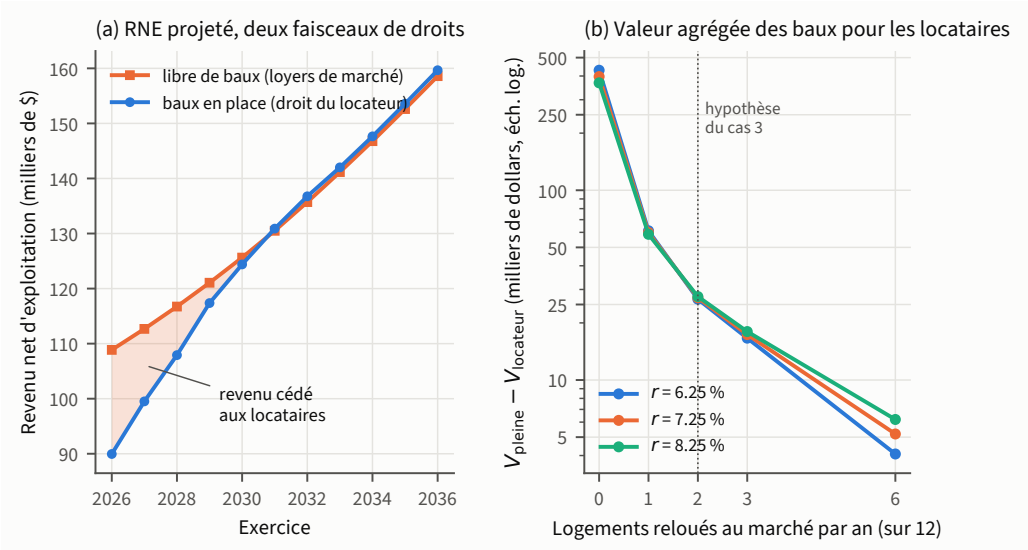


Figure 2.3. Cas 3 : (a) revenu net d'exploitation projeté sous les baux en place et libre de baux ; la surface entre les deux courbes est le revenu cédé aux locataires, qui s'éteint en six ans au rythme de deux relocations par an. (b) Valeur agrégée des baux pour les locataires, $V_{\text{pleine}} - V_{\text{locateur}}$, selon le nombre de logements reloués au marché chaque année et le taux d'actualisation, en échelle logarithmique : la rotation, non le taux, gouverne la décote.
Source : [données synthétiques] `analysis/python/figures/ch02_decomposition.py`, graine 20261031

de 26 673 $ à 27 527 $. La raison est que l'écart de revenu est concentré sur les cinq premières années, où l'actualisation pèse peu, tandis que la valeur terminale, très sensible au taux, est commune aux deux droits et s'élimine dans la différence. La part des locataires dans la pleine propriété s'étage ainsi de 18,4 % à 0,2 % selon la rotation, pour un taux donné.

Tableau 2.6. Sensibilité de la décomposition du cas 3 à la rotation des locataires et au taux d'actualisation (données synthétiques)

Relocations/an	r (%)	V_{locateur} ($)	V_{pleine} ($)	Écart ($)	Part (%)
0	6,25	1 904 506	2 333 543	429 037	18,39
0	7,25	1 756 414	2 153 600	397 186	18,44
0	8,25	1 622 053	1 990 287	368 234	18,50
1	6,25	2 324 041	2 385 200	61 159	2,56
1	7,25	2 140 916	2 200 774	59 858	2,72
1	8,25	1 974 821	2 033 408	58 586	2,88
2	6,25	2 396 754	2 423 427	26 673	1,10
2	7,25	2 208 566	2 235 712	27 146	1,21
2	8,25	2 037 842	2 065 369	27 527	1,33
3	6,25	2 421 311	2 437 930	16 619	0,68
3	7,25	2 231 655	2 249 015	17 360	0,77
3	8,25	2 059 582	2 077 584	18 003	0,87
6	6,25	2 447 803	2 451 879	4 075	0,17
6	7,25	2 256 667	2 261 862	5 195	0,23
6	8,25	2 083 236	2 089 431	6 195	0,30

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch02_droits.py`, graine 20261031 ; le module `traite.cas3` arrondit la rotation à un nombre entier de logements par an, de sorte que les rotations de 5 et 10 % donnent le même résultat qu'un logement par an. Sans rotation, les loyers relancés au marché n'existent pas : les deux scénarios ne diffèrent que par le niveau initial des loyers, indexés ensuite au même taux.

La leçon dépasse le cas 3. Lorsqu'un acheteur et un évaluateur divergent sur la valeur d'un immeuble à loyers déprimés, la divergence porte rarement sur les loyers de marché, que tous deux connaissent, mais sur le rythme auquel les loyers en place les rejoindront. Cette question est empirique et locale : la rotation observée dans le quartier, l'ancienneté des locataires en place, la part des locataires âgés protégés par l'article 1959.1 C.c.Q. (Québec 1991, art. 1959.1), le moratoire sur certaines évictions en vigueur jusqu'au 6 juin 2027 (Québec 2024a, art. 1), et la pratique de fixation du Tribunal administratif du logement (chapitre 34) en sont les déterminants. L'évaluateur documente l'hypothèse de rotation qu'il retient et en montre l'incidence, exactement comme il le ferait pour une hypothèse extraordinaire.

2.7 Hypothèses, réserves et hypothèses extraordinaires

Toute évaluation repose sur des hypothèses. Les **hypothèses de base** sont celles que tout lecteur accepterait sans vérification particulière : les titres sont valides, les informations fournies par le client sont exactes sauf indication contraire, l'immeuble respecte la réglementation applicable sauf constatation contraire, aucune contamination n'est présente sauf indice. Les **réserves** ou conditions limitatives bornent la portée du travail : l'évaluateur

n'est pas arpenteur, ni inspecteur en bâtiment, ni expert en environnement, et il ne garantit pas les mesures, l'état des composantes cachées ni l'absence de contaminants. Les Normes de pratique professionnelle exigent que tout rapport mentionne « les réserves limitant la portée de son acte et les hypothèses de base » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 7), et le Code de déontologie interdit à l'évaluateur d'exclure sa responsabilité civile par de telles réserves (Québec 2000, art. 32) : elles informent le lecteur, elles ne protègent pas l'auteur contre sa propre négligence.

Une **hypothèse extraordinaire** est d'une autre nature : c'est une hypothèse portant sur un fait incertain, propre au mandat, dont la fausseté changerait la conclusion. Évaluer un immeuble en supposant qu'une contamination signalée n'existe pas, qu'un changement de zonage demandé sera accordé, que des travaux en cours seront achevés, que les loyers déclarés par le propriétaire sont ceux des baux que l'on n'a pas vus, qu'une servitude non publiée n'existe pas : chacune de ces hypothèses, si elle se révélait fausse, modifierait la valeur de façon importante. Le tableau 2.7 met en regard le vocabulaire des NPP et celui des CUSPAP.

Encadré 2.1 : Les hypothèses extraordinaires dans les Normes de pratique professionnelle

Les NPP traitent l'hypothèse extraordinaire à trois endroits, et les trois obligations se cumulent. Au stade de la substance de l'évaluation, « l'évaluateur doit tenir compte de toute réserve et hypothèse extraordinaires pouvant avoir une influence directe sur l'évaluation de l'immeuble » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 1.2, élément 6). Au stade de la communication, le rapport doit divulguer clairement « toute hypothèse ou toute réserve extraordinaire pouvant avoir une influence directe sur l'évaluation et en indiquer l'incidence sur la valeur » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.1 c)). Enfin, dans le contenu minimal du rapport, les hypothèses extraordinaires doivent être décrites et rappelées à chaque fois que l'évaluateur indique sa conclusion de valeur (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 7). Ces règles sont coercitives : un membre ne peut s'en écarter, même avec l'accord du client.

L'exigence d'indiquer « l'incidence sur la valeur » est la plus souvent négligée et la plus utile. Elle oblige l'évaluateur à calculer la valeur sous l'hypothèse et, au moins en ordre de grandeur, hors de l'hypothèse. Supposons que l'immeuble du cas 3 soit évalué en supposant, à la demande du client, qu'une étude environnementale de phase II en cours ne révélera aucune contamination. La valeur du droit du locateur sous cette hypothèse est de 2 208 566 $. Si l'étude révélait une contamination dont la réhabilitation coûterait 150 000 $ et qui laisserait une décote de stigmate de 5 % (chiffres pédagogiques), la valeur deviendrait $(2\,208\,566 - 150\,000) \times 0{,}95 = 1\,955\,638$ $, soit une incidence de 252 928 $, ou 11,5 %. Le rapport écrira alors, à chaque énoncé de la conclusion, une phrase du type : « Cette conclusion repose sur l'hypothèse extraordinaire que l'étude environnementale en cours ne révélera aucune contamination ; si cette hypothèse se révélait fausse, la valeur pourrait être réduite d'un montant de l'ordre de 250 000 $ selon l'ampleur des travaux. » Le chapitre 43 traite de la mesure des stigmates environnementaux ; le chapitre 10 de la rédaction du rapport. Textes consultés le 31 octobre 2026.

La frontière entre une hypothèse extraordinaire et une condition hypothétique mérite un

Tableau 2.7. Hypothèses, réserves et hypothèses extraordinaires : vocabulaire des NPP de l'OEAQ et des CUSPAP 2026

Notion	NPP OEAQ (en vigueur depuis le 1er février 2024)	CUSPAP 2026 (en vigueur le 1er avril 2026)	Obligation
Hypothèse de base	« hypothèses de base » (règle 2.3, élément 7 ; modèle à l'annexe E)	*Assumption*	mentionnée dans tout rapport
Réserve, condition limitative	« réserves limitant la portée de son acte » (règle 2.3, élément 7)	*Limiting Condition*	mentionnée dans tout rapport ; ne peut exclure la responsabilité civile (Code de déontologie, art. 32)
Hypothèse extraordinaire	« hypothèse … extraordinaire pouvant avoir une influence directe sur l'évaluation » (règles 1.2 él. 6 et 2.1 c))	*Extraordinary Assumption* : hypothèse propre au mandat dont la fausseté pourrait modifier substantiellement les conclusions (s. 3)	prise en compte dans la substance ; divulguée avec son incidence sur la valeur ; rappelée à chaque énoncé de la conclusion (règle 2.3, élément 7)
Condition hypothétique	englobée dans « hypothèse … extraordinaire »	*Hypothetical Condition* : information « simulée mais fausse » sur l'état physique, juridique ou économique (s. 3)	idem ; la fiction doit être nommée comme telle
Réserve extraordinaire	« réserve extraordinaire » (règle 2.1 c))	*Extraordinary Limiting Condition* : modification ou exclusion d'une règle, pouvant réduire la fiabilité du rapport (s. 3)	divulguée avec son incidence
Inspection	« Tout immeuble évalué doit faire l'objet d'une inspection, à moins de circonstances exceptionnelles » (règle 2.4)	règles d'inspection de la norme *Real Property Appraisal*	l'absence d'inspection est expliquée au rapport

Source : paraphrases et extraits de moins de vingt-cinq mots d'après Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), Appraisal Institute of Canada (2026) et Québec (2000), consultés le 31 octobre 2026.

mot. L'hypothèse extraordinaire porte sur un fait *incertain* que l'évaluateur tient pour vrai sans l'avoir vérifié ; la condition hypothétique porte sur un fait que l'on *sait* contraire à la réalité et que l'on suppose néanmoins, par exemple évaluer un immeuble comme s'il était achevé alors qu'il est en construction, ou comme s'il était libre de baux alors qu'il est loué. La valeur réelle au rôle d'un immeuble locatif, établie en réputant que le vendeur détient tous les droits des locataires (section 2.2), est en ce sens une valeur sous condition hypothétique imposée par la loi, ce qui est parfaitement légitime dès lors que la base est connue de tous. Dans un mandat privé, en revanche, une condition hypothétique doit être nommée, justifiée par l'usage prévu du rapport, et ne doit pas conduire à une conclusion trompeuse pour le lecteur.

2.8 Les dates : évaluation, référence au marché, promesse d'achat

La date est le quatrième élément de la substance de toute évaluation et le cinquième du contenu minimal de tout rapport (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règles 1.2 et 2.3) ; elle figure dans chacune des définitions de la valeur marchande du tableau 2.2. Il ne s'agit pourtant pas d'une seule date mais d'une famille de dates qu'il faut distinguer, parce que la valeur varie dans le temps et que plusieurs d'entre elles peuvent être séparées de plusieurs années. Le tableau 2.8 les énumère et la figure 2.4 les situe sur le calendrier du cas 3.

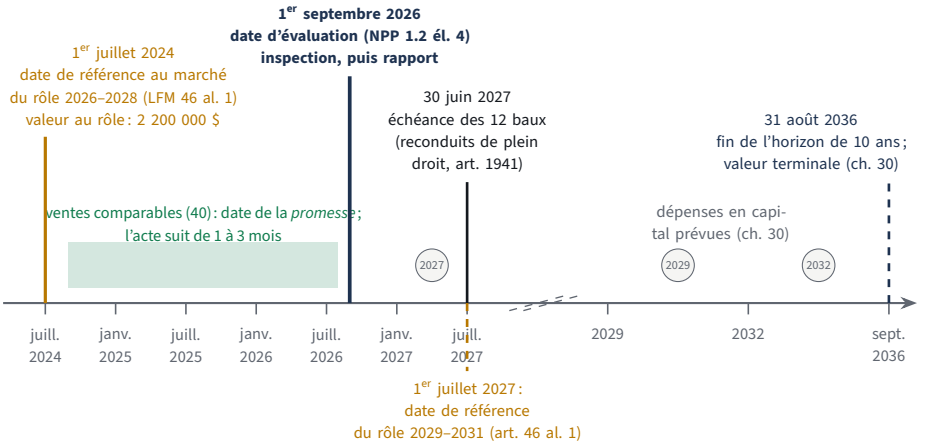


Figure 2.4. Chronologie des dates du cas 3 : la date de référence au marché du rôle 2026-2028 de Montréal précède de vingt-six mois la date d'évaluation ; les ventes comparables sont datées de leur promesse d'achat ; les baux échoient le 30 juin 2027 mais sont reconduits de plein droit ; l'horizon des flux actualisés court jusqu'en 2036. Échelle compressée après 2027.
Source : schéma de l'auteur ; dates légales d'après Québec (1979b, art. 46) et Québec (1991, art. 1941) ; dates du dossier synthétique du cas 3.

Trois confusions reviennent sans cesse. La première est de prendre la date de l'acte notarié pour la date de la vente : le prix a été convenu à l'acceptation de la promesse d'achat, souvent un à trois mois plus tôt, et c'est de cette date que court l'ajustement de conditions du marché (chapitres 16 et 17). Le Règlement sur la proportion médiane applique d'ailleurs cette logique au rôle : les prix des ventes retenues sont rajustés aux conditions du marché prévalant au

Tableau 2.8. Les dates d'une évaluation et leur rôle

Date	Définition	Conséquence pour l'évaluateur
Date d'évaluation (date d'effet)	date à laquelle l'opinion de valeur s'applique ; fixée par le mandat (NPP, règle 1.2 él. 4 ; IVS, « valuation date »)	toutes les conditions du marché et l'état du bien sont ceux de cette date ; elle peut être passée (évaluation rétrospective), actuelle ou future (prospective, sous hypothèse extraordinaire)
Date de l'inspection	date de la visite (NPP, règle 2.4)	l'état physique constaté est celui de cette date ; si elle diffère de la date d'évaluation, l'écart est expliqué
Date du rapport	date de signature	postérieure à la date d'évaluation ; les faits connus entre les deux sont traités selon l'usage prévu et déclarés
Date de référence au marché du rôle	1er juillet du deuxième exercice précédant le premier exercice du rôle (LFM, art. 46, al. 1)	la valeur au rôle décrit le marché à cette date ; elle précède de dix-huit à quarante-deux mois les exercices qu'elle sert
Date de la promesse d'achat (acceptation)	date à laquelle le prix d'une vente a été convenu	c'est la date des conditions du marché pour un comparable (chapitre 16) ; l'ajustement temporel se mesure à partir d'elle
Date de l'acte de vente (signature, publication)	date de l'acte notarié et de son inscription au registre foncier	seule date visible au registre ; postérieure de un à trois mois à la promesse ; sert à la vérification, non à l'ajustement temporel
Date d'échéance des baux	terme des baux en place	borne la période des loyers contractuels ; pour un logement, la reconduction de plein droit en relativise la portée
Délai d'exposition et délai de commercialisation	durée présumée de mise en marché avant la date d'évaluation (rétrospectif) ; durée attendue pour vendre après celle-ci (prospectif) (CUSPAP 2026, s. 3 et règle 8.2)	la valeur marchande suppose une exposition raisonnable ; une valeur de liquidation suppose un délai raccourci

Source : synthèse de l'auteur d'après Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), International Valuation Standards Council (2025), Appraisal Institute of Canada (2026) et Québec (1979b), consultés le 31 octobre 2026.

1er juillet du deuxième exercice précédent, ou exclus si le rajustement n'est pas possible (Québec 1993a, art. 11 à 13). La deuxième est de comparer une valeur au rôle à une valeur marchande actuelle sans transporter l'une à la date de l'autre. Si un indice de prix I est disponible pour le segment de marché, la correction la plus simple est proportionnelle :

$$V(t_1) \approx V(t_0)\,\frac{I(t_1)}{I(t_0)}, \tag{2.11}$$

mais elle suppose que le bien a évolué comme l'indice, ce qui n'est vrai qu'en moyenne ; la loi elle-même autorise l'évaluateur municipal à tenir compte « des transferts de propriété survenus avant et après » la date de référence pour établir la valeur à cette date (Québec 1979b, art. 46, al. 5), ce qui est une forme de cette correction appliquée en sens inverse. L'exercice 2.5 l'applique au rôle fictif du cas 1. La troisième confusion est de laisser l'information postérieure à la date d'évaluation contaminer une évaluation rétrospective : une évaluation au 1er juillet 2024 pour un litige successoral ne peut utiliser que les ventes conclues avant cette date, ou conclues peu après si l'on peut soutenir que le marché n'avait pas changé, et elle doit ignorer ce que l'on a appris depuis sur le bien lui-même, sauf à le déclarer comme hypothèse. La prospective, à l'inverse, suppose nécessairement une hypothèse extraordinaire, celle que l'état futur présumé se réalisera, et doit être divulguée comme telle.

Erreurs fréquentes

- Évaluer la pleine propriété d'un immeuble locatif sans tenir compte des baux en place, alors que l'acquéreur ne peut les résilier (Québec 1991, art. 1937) ; ou, inversement, comparer la valeur du droit du locateur à une valeur au rôle établie comme si le vendeur détenait les droits des locataires (Québec 1979b, art. 45.1), et conclure à une erreur de l'un ou de l'autre.
- Capitaliser à perpétuité l'écart entre les loyers contractuels et les loyers de marché : la décote dépend de la durée de l'écart, donc de la rotation attendue, bien plus que de son niveau (section 2.6).
- Traiter la valeur du bail pour un locataire de logement comme une valeur de marché, alors que la loi interdit au locataire d'en exiger une contrepartie lors d'une cession (Québec 1991, art. 1978.3) : c'est une valeur d'usage.
- Citer la définition IVS de la valeur marchande sous la numérotation « IVS 104 », qui est celle de l'édition de 2022 ; l'édition en vigueur depuis le 31 janvier 2025 place les bases de valeur à l'annexe d'IVS 102, et aucune édition postérieure n'est en vigueur au 31 octobre 2026 (International Valuation Standards Council 2025 ; International Valuation Standards Council 2026).
- Confondre la valeur relative d'une fraction de copropriété (art. 1041 C.c.Q.), fixée dans la déclaration, avec sa valeur marchande.
- Présenter la valeur assurable, qui est un coût de reconstruction sans terrain, comme une indication de valeur marchande, ou la valeur d'investissement d'un client comme la valeur marchande.
- Omettre l'incidence chiffrée d'une hypothèse extraordinaire, ou ne la mentionner qu'une fois alors que les NPP exigent de la rappeler à chaque énoncé de la conclusion.
- Dater un comparable de son acte notarié plutôt que de sa promesse d'achat, ou comparer une valeur au rôle à une valeur actuelle sans correction de date ni de

proportion médiane.

Limites et mises en garde

Ce chapitre présente les droits et les bases de valeur du point de vue de l'évaluateur ; il ne constitue pas une analyse juridique et les articles cités, à jour au 15 octobre 2026, doivent être relus dans leur version en vigueur à la date d'un mandat. Les textes des normes professionnelles ne sont pas reproduits in extenso : les définitions sont paraphrasées ou citées par extraits courts, et le lecteur se reporte aux documents officiels. La proposition d'additivité repose sur des hypothèses, taux commun, revenu net additif, réversion identique, dont la section 2.2 a montré les limites ; dans un marché réel, la décote d'un immeuble à loyers déprimés dépend aussi de la fiscalité, de la liquidité et des anticipations réglementaires, que le modèle ignore. Les chiffres de l'exemple intégral proviennent d'un dossier synthétique dont la loi de génération lie mécaniquement l'écart au marché à l'ancienneté du locataire ; la règle de relocation du module partagé, qui reloue d'abord les logements les plus sous-évalués, est une convention déclarée et non une observation, et elle minore la décote par rapport à une rotation aléatoire. Aucune donnée publique sur la rotation des locataires par type d'immeuble n'a été mobilisée ici ; le chapitre 27 discute les taux de rotation publiés par la SCHL. Enfin, l'exemple de contamination de l'encadré sur les hypothèses extraordinaires utilise des montants pédagogiques, non des coûts observés.

À retenir

- Le Code civil définit l'immeuble (art. 900 à 903) et la propriété (art. 947) ; les modalités, les démembrements, le bail, l'hypothèque et les restrictions de droit public découpent ce faisceau de droits, et l'évaluateur doit nommer le droit qu'il évalue.
- La pleine propriété libre de baux se décompose en droit du locateur et droits des locataires ; chaque droit temporaire vaut l'actualisation de ses avantages pendant sa durée, et la réversion l'actualisation de la valeur qui revient à l'échéance. Sous des hypothèses déclarées, les parts s'additionnent.
- Pour un bail de logement au Québec, la durée pertinente est celle du maintien dans les lieux, non celle du bail ; la décote du droit du locateur dépend de la rotation attendue bien plus que du niveau de l'écart au marché.
- Les définitions de la valeur marchande de l'OEAQ, des IVS 2025, des CUSPAP 2026 et de la LFM convergent sur une transaction hypothétique, datée, entre parties informées et non contraintes, après exposition normale ; elles diffèrent sur l'objet, le paiement et la date.
- La valeur réelle au rôle est une base distincte : date de référence légale, pleine propriété réputée libre de baux (art. 45.1), proportion médiane.
- Valeur d'investissement, valeur équitable, valeur synergique, valeur de liquidation, juste valeur, valeur assurable et valeur d'usage répondent à des questions différentes et ne sont pas interchangeables.
- Le prix est un fait, la valeur une opinion, le coût une dépense ; aucun ne se déduit

mécaniquement des autres.
- Une hypothèse extraordinaire se divulgue avec son incidence chiffrée sur la valeur et se rappelle à chaque énoncé de la conclusion ; les dates d'évaluation, de référence au marché et de promesse d'achat ne se confondent pas.

Exercices

Exercice 2.1 — Quel droit évalue-t-on ? ★

Pour chacune des situations suivantes, nommez le droit évalué et les articles du Code civil du Québec qui le fondent, puis indiquez quelle information il faut obtenir pour le décrire complètement : (a) un prêteur demande la valeur d'un triplex dont les trois logements sont loués ; (b) un notaire demande la valeur de la part d'un frère dans une maison détenue en indivision avec sa sœur, la convention d'indivision publiée accordant à celle-ci un droit d'usage exclusif ; (c) un syndicat de copropriété demande la valeur d'une fraction en vue d'une acquisition par le syndicat ; (d) une municipalité a consenti une emphytéose de soixante ans sur un terrain où un promoteur a construit un immeuble de logements, et le promoteur veut vendre son droit vingt ans après ; (e) une famille veut partager un immeuble entre un parent usufruitier et des enfants nus-propriétaires.

Exercice 2.2 — Quelle base de valeur ? ★

Indiquez la base de valeur appropriée, sa source et la définition applicable pour chacun des mandats suivants, et dites si la valeur obtenue devrait être supérieure, inférieure ou égale à la valeur marchande, en justifiant : (a) financement hypothécaire conventionnel d'un duplex ; (b) contestation de la valeur inscrite au rôle d'évaluation foncière d'un immeuble de huit logements dont les loyers sont très inférieurs au marché ; (c) états financiers d'une société de placement immobilier appliquant les IFRS ; (d) détermination du montant d'assurance d'une copropriété divise de vingt fractions ; (e) rachat par un coïndivisaire de la part de l'autre ; (f) vente d'un immeuble repris par un prêteur qui veut s'en départir dans les soixante jours ; (g) décision d'un investisseur d'acheter ou non à un prix demandé.

Exercice 2.3 — La valeur du bail pour le locataire ★★

Le locataire du logement 103 du cas 3 paie 728 $ par mois pour un logement dont le loyer de marché est estimé à 1 047 $. Calculez l'écart annuel, puis la valeur du bail pour le locataire, par l'équation (2.5), s'il se maintient dans les lieux cinq ans, puis dix ans, au taux de 7,25 % ; calculez enfin la valeur perpétuelle. Expliquez pourquoi cette valeur n'est pas une valeur marchande au Québec, en citant l'article pertinent, et discutez ce que le locateur pourrait légalement offrir au locataire pour obtenir son départ, compte

tenu de ces montants.

Exercice 2.4 — Usufruit et nue-propriété ★★

Un immeuble vaut 600 000 $ en pleine propriété ; il procure un revenu net de 30 000 $ la première année, croissant de 1 % par an, et le taux d'actualisation du marché est de 6 %, de sorte que $V_0 = R_1/(r-g) = 600\,000\,\$$. Un usufruit de quinze ans est constitué. Calculez la valeur de l'usufruit comme valeur actuelle des quinze revenus, la valeur de l'immeuble à l'échéance $V_{15} = R_{16}/(r-g)$, la valeur de la nue-propriété comme valeur actuelle de cette réversion, et vérifiez que la somme redonne 600 000 $. Quelle part de la pleine propriété revient à l'usufruitier ? Que deviendrait cette part si l'usufruit était viager et que l'espérance de vie de l'usufruitier était de huit ans ?

Exercice 2.5 — Valeur au rôle, date de référence et date d'évaluation ★★

La maison du cas 1 est inscrite au rôle fictif de Gatineau pour 468 000 $, avec une date de référence au marché du 1er juillet 2024, et le facteur comparatif du rôle est de 1,00. La date d'évaluation est le 1er septembre 2026. En supposant que les prix des unifamiliales du secteur ont progressé de 4,43 % par an (taux annuel composé) sur la période, transportez la valeur au rôle à la date d'évaluation par l'équation (2.11). Expliquez ensuite pourquoi le résultat n'est qu'un repère et non une indication de valeur marchande, en distinguant les trois corrections qui séparent une valeur au rôle d'une valeur marchande actuelle, et indiquez quelle disposition de la Loi sur la fiscalité municipale fixe la date de référence.

Exercice 2.6 — Rotation, droit du locateur et valeur au rôle ★★★

À l'aide du script `analysis/python/cases/ch02_droits.py`, refaites la décomposition de la pleine propriété du cas 3 pour zéro, un, deux et trois logements reloués par an au taux de 7,25 %, et relevez la part des locataires dans chaque cas. (a) Expliquez, à partir de l'équation (2.8), pourquoi la part décroît si vite avec la rotation et pourquoi elle est presque insensible au taux d'actualisation. (b) Calculez la valeur de l'écart par la formule fermée pour $\rho = 1/12$ et $\rho = 2/12$ avec $\Delta_1 = 19\,697\,\$$, $r = 7{,}25\,\%$ et $g = 3{,}5\,\%$, et comparez aux résultats du module ; expliquez l'origine de l'écart. (c) Rédigez un paragraphe de rapport (150 mots) destiné à un propriétaire qui conteste sa valeur au rôle au motif qu'elle excède le prix auquel son immeuble s'est vendu, en vous appuyant sur l'article 45.1 de la Loi sur la fiscalité municipale.

Exercice 2.7 — Rédiger et chiffrer une hypothèse extraordinaire ★★★

Un client demande l'évaluation du droit du locateur sur l'immeuble du cas 3 en supposant que les travaux de réfection de la toiture et de la maçonnerie prévus en 2027 pour 85 000 $ sont déjà réalisés à la date d'évaluation, alors qu'ils ne le sont pas. (a) S'agit-il d'une hypothèse extraordinaire ou d'une condition hypothétique au sens des CUSPAP 2026 ? Quelles règles des NPP s'appliquent ? (b) À partir de la valeur de 2 208 566 $ obtenue avec les travaux en 2027, calculez l'ordre de grandeur de la valeur sous l'hypothèse demandée en remarquant que la dépense de 85 000 $ à la fin de la première année est actualisée à 7,25 % dans le modèle ; expliquez pourquoi la valeur sous l'hypothèse n'augmente pas exactement de 85 000 $. (c) Rédigez la divulgation complète exigée par la règle 2.1 c) et l'élément 7 de la règle 2.3 des NPP, telle qu'elle apparaîtrait dans la lettre de transmission et dans la section de conclusion du rapport. (d) Discutez l'usage que le client pourrait faire du rapport et les conditions auxquelles l'évaluateur devrait subordonner son acceptation du mandat.

Pour aller plus loin

Les textes primaires sont le point de départ obligé : le Code civil du Québec pour les biens, la propriété, ses modalités et ses démembrements, le bail et l'hypothèque (Québec 1991) ; la Loi sur la fiscalité municipale pour la valeur réelle, la date de référence et l'article 45.1 (Québec 1979b) ; les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ pour la définition de la valeur marchande, la substance de l'évaluation et les hypothèses extraordinaires (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; l'annexe de la norme IVS 102 pour les bases de valeur internationales (International Valuation Standards Council 2025) et les CUSPAP 2026 pour la pratique canadienne (Appraisal Institute of Canada 2026). Le seul manuel québécois francophone d'évaluation immobilière, celui de Achour (1992), fixe le vocabulaire français des droits et des bases de valeur et reste utile malgré son âge ; l'édition canadienne de *The Appraisal of Real Estate* (UBC Real Estate Division 2010) et la seizième édition américaine (Appraisal Institute 2026) exposent le faisceau de droits et les notions de *fee simple*, *leased fee* et *leasehold* dans la tradition nord-américaine, et le *Dictionary of Real Estate Appraisal* (Appraisal Institute 2022) donne les définitions de référence de la valeur d'usage et de la valeur d'investissement. Wyatt (2022) présente les bases de valeur du Red Book de la RICS et des IVS et compare les cinq méthodes d'évaluation ; Scarrett et Osborn (2014) en est le pendant pédagogique. Sur la distinction entre valeur marchande et valeur d'investissement et sur le prix comme réalisation bruitée de la valeur, les traités de Geltner et al. (2014) et de Baum et al. (2021) sont les références ; Pagourtzi et al. (2003) cartographient les méthodes traditionnelles et avancées que les parties IV à VII de cet ouvrage développent. Enfin, les résumés de décisions du Tribunal administratif du logement (Tribunal administratif du logement 2026f) illustrent concrètement la coupure, propre au Québec, entre le loyer fixé et la valeur locative de marché, que le chapitre 34 approfondit.

CHAPITRE 3

3

Offre, demande et cycles

Les deux premiers chapitres ont établi ce que l'évaluateur cherche à mesurer : une valeur marchande, c'est-à-dire le prix le plus probable d'un bien à une date donnée, pour un droit précisément défini. Le présent chapitre s'intéresse à la formation de ce prix à l'échelle du marché. Le logement est un bien durable, produit lentement et consommé pendant des décennies, de sorte que son prix résulte de la rencontre d'une demande qui bouge vite et d'une offre qui bouge lentement. Cette asymétrie explique l'essentiel de ce que l'évaluateur observe sur le terrain : des loyers qui réagissent aux pénuries avec retard, des prix qui s'emballent lorsque les taux d'intérêt baissent, des mises en chantier qui arrivent au moment où la demande s'est déjà retournée, et des marchés régionaux dont les cycles n'ont ni la même amplitude ni la même durée. Le chapitre construit ce raisonnement en trois temps : la mécanique stock-flux et le modèle des quatre quadrants qui relie loyers, prix, construction et stock ; la dynamique des cycles engendrée par les délais de construction et l'inoccupation naturelle ; enfin le coût d'usage, qui relie le prix d'un logement au loyer d'un logement équivalent et aux taux d'intérêt. Les données réelles du Québec, lues dans les tableaux de Statistique Canada et les séries de la Banque du Canada, servent de contrepoint aux modèles, et le chapitre se termine par les indicateurs qu'un évaluateur peut consulter pour qualifier l'état d'un marché à la date d'évaluation.

Objectifs pédagogiques

- Distinguer le stock de logements et les flux qui le modifient, et expliquer pourquoi l'offre de logements est inélastique à court terme et élastique à long terme.
- Exposer le modèle des quatre quadrants de DiPasquale et Wheaton, en dériver l'équilibre stationnaire et en tirer la statique comparative d'un choc de taux, de demande ou de coût.
- Définir l'élasticité de l'offre et nommer ses déterminants géographiques, réglementaires et techniques, avec leurs conséquences sur l'amplitude des cycles.
- Formaliser un cycle stock-flux avec délai de livraison et inoccupation naturelle, en établir la condition d'oscillation et mesurer la sensibilité du cycle aux paramètres.
- Dériver le coût d'usage du logement, calculer le ratio prix/loyer qu'il implique et apprécier la sensibilité des prix aux taux d'intérêt.

– Lire les séries publiques québécoises (mises en chantier, taux, inflation, inventaire) pour situer un marché dans son cycle à la date d'évaluation.

3.1 Stock, flux et ajustement lent

3.1.1 Le logement comme stock

Le parc de logements d'une région est un **stock** : un nombre de logements existant à une date donnée. Les quantités qui le modifient sont des **flux** : les mises en chantier et les achèvements l'augmentent, les démolitions, les conversions à d'autres usages et les pertes par sinistre le réduisent. Si l'on note S_t le stock au début de l'année t, C_t les logements achevés au cours de l'année et δ le taux annuel de retrait, l'identité comptable qui gouverne l'évolution du parc s'écrit

$$S_{t+1} = S_t + C_t - \delta S_t, \tag{3.1}$$

et le stock est stationnaire lorsque la construction compense exactement les retraits, $C = \delta S$. Cette identité, d'apparence triviale, contient la première leçon du chapitre. Au recensement de 2021, le Québec comptait 3 749 035 logements privés occupés (Statistique Canada 2022c). En 2025, année la plus active depuis 2021, 59 864 logements y ont été mis en chantier, toutes régions confondues (Statistique Canada 2026f). Le flux annuel représente donc environ 1,6 % du stock. Même si toutes ces unités étaient achevées dans l'année et qu'aucun logement n'était retiré, le parc ne croîtrait que de 1,6 % ; avec un taux de retrait de l'ordre d'un demi pour cent, hypothèse que l'exercice 3.1 retient faute de mesure officielle, la croissance nette tombe à 1,1 %. Une variation même forte de la construction ne modifie le stock que marginalement d'une année à l'autre. À l'horizon d'une évaluation, qui porte sur une date, le stock est donné.

Définition 3.1 : Stock, flux et taux de retrait

Le *stock* S_t est le nombre de logements existants à une date. Les *flux* sont les mises en chantier (décision de construire), les achèvements C_t (ajout effectif au stock) et les retraits δS_t (démolitions, conversions, sinistres), où δ est le *taux de retrait*. Le délai entre la mise en chantier et l'achèvement, noté L, sépare la décision d'offrir de l'offre effective ; il est de quelques mois pour une maison individuelle et de deux à quatre ans pour un immeuble d'appartements de grande hauteur.

La **durabilité** du logement a une seconde conséquence, soulignée par Glaeser et Gyourko (2005) : le stock peut croître rapidement lorsque la demande augmente, puisqu'il suffit de construire, mais il ne peut pas décroître rapidement lorsque la demande diminue, puisque personne ne démolit un immeuble en bon état. L'offre est donc asymétrique. Dans une ville en croissance, le prix des logements est ancré au coût de construction, car toute hausse durable au-dessus de ce coût déclenche des mises en chantier ; dans une ville en déclin, le prix peut tomber très en deçà du coût de construction et y rester des décennies, le stock existant se dépréciant lentement. Cette asymétrie est la raison pour laquelle les cycles immobiliers ne sont pas symétriques : les hausses sont bornées par l'offre nouvelle, les baisses ne le sont pas.

3.1.2 La demande de services de logement

Ce que les ménages demandent n'est pas un logement en tant qu'actif, mais le service que ce logement rend pendant une période : un abri, une localisation, un ensemble d'attributs (chapitre 1). Le prix de ce service est le **loyer**, qu'il soit versé à un propriétaire ou implicitement supporté par un propriétaire occupant. La demande d'espace d'une région dépend du nombre de ménages, de leurs revenus, de leurs préférences et du loyer R ; dans sa forme la plus simple, on l'écrit comme une fonction décroissante du loyer,

$$D(R) = a - bR, \qquad b > 0, \tag{3.2}$$

où le paramètre a résume la taille du marché (ménages, revenus, emplois) et où b mesure la sensibilité de la demande au loyer. À court terme, le stock étant donné, le loyer s'ajuste jusqu'à ce que la demande absorbe le stock disponible, $D(R) = S$, aux frictions d'inoccupation près dont traite la section 3.4. Un afflux de ménages déplace la demande vers la droite et, le stock ne pouvant suivre, le loyer monte ; c'est le mécanisme qu'ont vécu les marchés québécois entre 2021 et 2024, lorsque la croissance démographique a rencontré un parc locatif dont le taux d'inoccupation était tombé sous un pour cent dans plusieurs régions métropolitaines (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a).

L'évaluateur retiendra de cette première section un principe simple : à court terme, c'est la demande qui fait le prix, parce que l'offre ne peut pas répondre ; à long terme, c'est le coût de l'offre nouvelle qui ancre le prix, parce que la construction finit par répondre. La durée du « court terme » est précisément ce que les sections suivantes vont mesurer.

3.2 Le modèle des quatre quadrants

3.2.1 Deux marchés, quatre relations

Le modèle de DiPasquale et Wheaton (1992), développé dans leur manuel (DiPasquale et Wheaton 1996), articule en un seul schéma le marché de l'espace, où se forment les loyers, et le marché des actifs, où se forment les prix. Il repose sur quatre relations, chacune occupant un quadrant d'un plan dont l'axe horizontal porte le stock S vers la droite et le prix P vers la gauche, et dont l'axe vertical porte le loyer R vers le haut et la construction C vers le bas (figure 3.1).

Le premier quadrant, au nord-est, est le marché de l'espace : il contient la courbe de demande (3.2) et détermine le loyer qui équilibre la demande et le stock existant. Le deuxième quadrant, au nord-ouest, est le marché des actifs : il convertit le loyer en prix par la capitalisation,

$$P = \frac{R}{i}, \tag{3.3}$$

où i est le **taux de capitalisation** exigé par les investisseurs, c'est-à-dire le rendement courant qu'ils acceptent pour détenir de l'immobilier compte tenu des rendements offerts par les autres actifs, du risque et de la croissance attendue des loyers. L'équation (3.3) est l'équation de la capitalisation directe du chapitre 29 ; la fonction `capitalisation_directe` de la bibliothèque de l'ouvrage la calcule, et le chapitre 30 montrera que i s'interprète, sous certaines hypothèses, comme la différence entre le taux d'actualisation et le taux de croissance des loyers (Gordon et Shapiro 1956). Le troisième quadrant, au sud-ouest, est le secteur de

la construction : les promoteurs construisent lorsque le prix dépasse le coût de remplacement, et d'autant plus que l'écart est grand,

$$C = \frac{P - c_0}{c_1} \quad \text{si } P > c_0, \qquad C = 0 \text{ sinon}, \tag{3.4}$$

où c_0 est le seuil de coût au-dessous duquel rien ne se construit, et où c_1 mesure la hausse de coût marginal qu'entraîne un rythme de construction plus soutenu : terrains plus rares, main-d'œuvre et matériaux plus chers, délais d'approbation plus longs. Le quatrième quadrant, au sud-est, est l'identité stock-flux (3.1) en régime stationnaire, $S = C/\delta$: le stock que la construction courante peut entretenir à long terme.

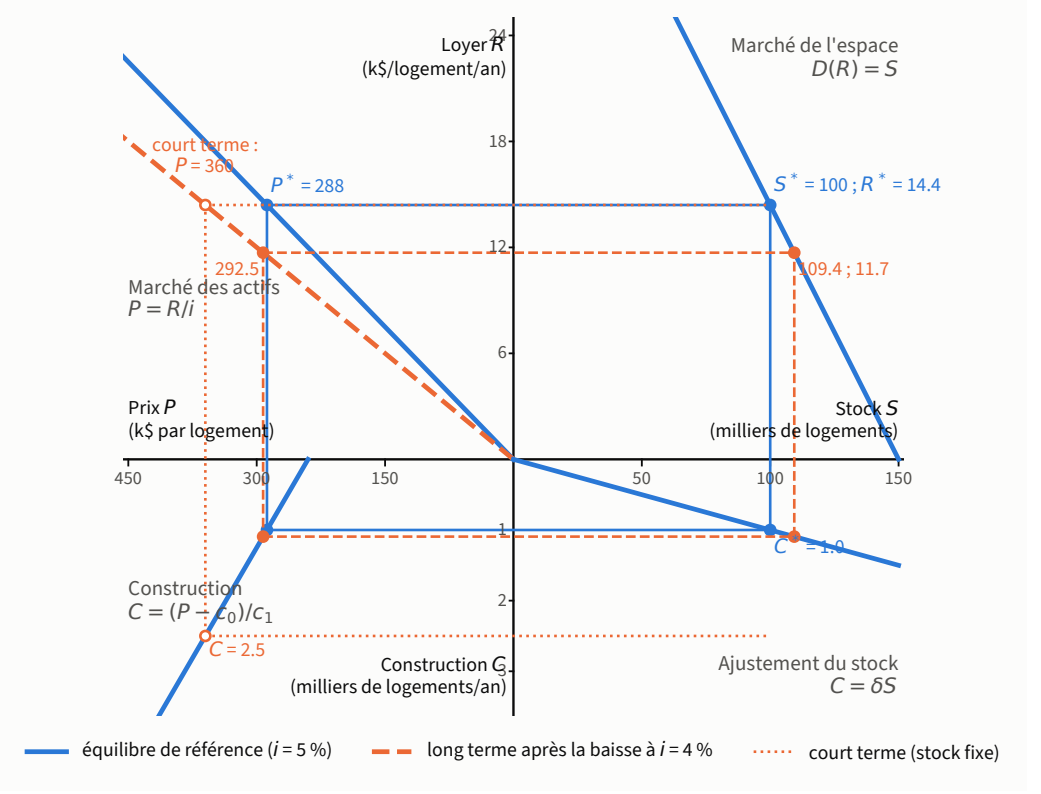


Figure 3.1. Le modèle des quatre quadrants pour le marché type du chapitre : le rectangle plein relie l'équilibre stationnaire de référence (loyer 14 400 $ par an, prix 288 000 $, construction 1 000 logements par an, stock 100 000 logements) ; le rectangle en tirets est le nouvel équilibre après une baisse du taux de capitalisation de 5 à 4 %, et le pointillé montre la réaction de court terme, lorsque le stock n'a pas encore bougé : le prix bondit à 360 000 $ et la construction à 2 500 logements par an. À long terme, le stock s'accroît, le loyer baisse et le prix revient près de son niveau initial.

Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch03_quadrants.py ; paramètres pédagogiques de analysis/python/cases/ch03_cycles.py

3.2.2 L'équilibre stationnaire en forme fermée

Les quatre relations forment une boucle : le stock détermine le loyer, le loyer détermine le prix, le prix détermine la construction, la construction détermine le stock. L'équilibre de

long terme est le point où cette boucle se referme sur elle-même.

Proposition 3.1 : Équilibre stationnaire des quatre quadrants

Avec la demande (3.2), la capitalisation (3.3), l'offre de construction (3.4) et la condition stationnaire $C = \delta S$, le stock d'équilibre de long terme est

$$S^* = \frac{a - b\,i\,c_0}{1 + b\,i\,c_1\,\delta}, \tag{3.5}$$

et les autres variables s'en déduisent : $R^* = (a - S^*)/b$, $P^* = R^*/i$ et $C^* = \delta S^*$. Le stock d'équilibre croît avec la demande a et décroît avec le taux de capitalisation i, le seuil de coût c_0, la pente de l'offre c_1 et le taux de retrait δ.

Démonstration. En régime stationnaire, $S = C/\delta = (P - c_0)/(c_1\delta) = (R/i - c_0)/(c_1\delta)$ et $R = (a - S)/b$. En substituant, $S\,c_1\delta = (a - S)/(bi) - c_0$, soit $S\,(c_1\delta + 1/(bi)) = a/(bi) - c_0$. En multipliant les deux membres par bi, on obtient (3.5). Les signes des dérivées partielles se lisent directement : le numérateur décroît avec i et c_0, le dénominateur croît avec i, c_1 et δ. □

Le modèle est illustré tout au long du chapitre par un *marché type* dont les paramètres sont pédagogiques et déclarés : un stock initial de 100 000 logements, un loyer de 1 200 $ par mois, soit 14 400 $ par an, proche du loyer moyen de 1 227 $ relevé par la SCHL dans la RMR de Québec en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), un taux de capitalisation de 5 %, à l'intérieur de la fourchette de 4,25 à 6,00 % publiée par CBRE pour le multirésidentiel de Québec au troisième trimestre de 2026 (CBRE Canada 2026), un taux de retrait de 1 % par an et une élasticité-prix de la demande d'espace de $-0{,}5$ au point initial. Ces deux derniers paramètres ne sont pas estimés sur données québécoises ; ils fixent des ordres de grandeur plausibles. On en déduit $b = -\eta S_0/R_0 = 3{,}472$ logements par dollar de loyer annuel, $a = 150\,000$, un prix initial $P_0 = 288\,000$ $ par logement et une construction stationnaire $C_0 = \delta S_0 = 1\,000$ logements par an. Le seuil de coût est fixé à $c_0 = 240\,000$ $, et la pente $c_1 = (P_0 - c_0)/C_0 = 48$ dollars par logement et par unité de rythme annuel est celle qui rend l'état initial stationnaire. L'équation (3.5) redonne alors exactement $S^* = 100\,000$, ce que le script `analysis/python/cases/ch03_cycles.py` vérifie aussi par itération de point fixe.

3.2.3 Statique comparative : taux, demande, coûts

La force du modèle tient à ce qu'il distingue la réaction de court terme, lorsque le stock est fixe, de l'équilibre de long terme, lorsque la construction a fait son œuvre. Le tableau 3.1 présente trois chocs appliqués au marché type.

La baisse du taux de capitalisation de 5 à 4 % est le choc le plus instructif pour l'évaluateur. À court terme, rien ne change sur le marché de l'espace : le stock et le loyer sont inchangés, et le prix bondit mécaniquement de 288 000 $ à 360 000 $, soit 25 %, parce que les investisseurs capitalisent le même loyer à un taux plus bas. La construction réagit à ce prix : elle passe de 1 000 à 2 500 logements par an. Mais à mesure que ces logements s'ajoutent au stock, le loyer baisse, et avec lui le prix. À l'équilibre de long terme, le stock a crû de 9,4 %, le loyer a reculé de 18,75 % et le prix ne dépasse plus que de 1,56 % son niveau initial. Le modèle dit donc qu'une baisse durable des taux se traduit d'abord par une hausse des prix, puis par

Tableau 3.1. Statique comparative du marché type : réaction de court terme (stock fixe) et équilibre de long terme

	Court terme		Long terme			
Choc	R ($/an)	P ($)	S (log.)	R ($/an)	P ($)	C (log./an)
Référence (i = 5 %)	14 400	288 000	100 000	14 400	288 000	1 000
Taux i : 5 % → 4 %	14 400	360 000	109 375	11 700	292 500	1 094
Demande a : +10 %	18 720	374 400	113 846	14 732	294 646	1 138
Seuil de coût c_0 : +10 %	14 400	288 000	96 154	15 508	310 154	962

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch03_cycles.py, fonction `statique_comparative` ; référence : a = 150 000, c_0 = 240 000 $, c_1 = 48, δ = 1 %

une hausse du stock et une baisse des loyers, le prix revenant près du coût de construction. La hausse initiale des prix n'est pas une erreur du marché ; c'est le signal qui déclenche la construction. Mais un évaluateur qui extrapolerait le prix de court terme comme s'il était permanent se tromperait sur le long terme, et un investisseur qui achèterait au sommet en comptant sur la stabilité des loyers découvrirait que c'est précisément la hausse des prix qui prépare la baisse des loyers.

Le choc de demande de 10 % produit la séquence inverse par son origine mais semblable par sa forme : à court terme, le loyer et le prix bondissent de 30 %, parce que l'élasticité de la demande est faible ; à long terme, le stock a crû de 13,8 % et le loyer n'est plus que 2,3 % au-dessus de son niveau initial. Enfin, la hausse de 10 % du seuil de coût ne change rien à court terme, puisque le stock et la demande sont inchangés, mais réduit le stock de long terme de 3,8 % et relève le loyer et le prix d'équilibre de 7,7 % : les coûts de construction se transmettent aux prix de l'ensemble du parc, neuf et ancien, par le canal de l'offre nouvelle. C'est la raison pour laquelle le chapitre 21 insiste sur la mesure du coût de remplacement neuf même pour des immeubles anciens : il borne le prix de long terme de tous les substituts.

En pratique

Le modèle des quatre quadrants fournit à l'évaluateur une grille de lecture de la « conjoncture » qu'il doit décrire dans son rapport. Un prix élevé par rapport au loyer signale un taux de capitalisation bas, donc une dépendance du prix aux taux d'intérêt ; un prix élevé par rapport au coût de construction signale une offre à venir ; un loyer qui monte avec un stock stable signale une pression de demande que l'offre n'a pas encore rejointe. La date d'évaluation fixe le point du cycle ; les ajustements de conditions du marché du chapitre 17 corrigent les ventes antérieures jusqu'à cette date, et la fourchette de valeur du chapitre 20 doit être d'autant plus large que le marché est loin de son équilibre de long terme.

3.3 Élasticités de l'offre et contraintes

3.3.1 Mesurer la réactivité de l'offre

L'**élasticité de l'offre** mesure la variation relative de la quantité offerte pour une variation relative du prix. Dans le modèle des quatre quadrants, on peut la définir à deux horizons. À

court terme, l'élasticité de la construction au prix, au point initial, est

$$\varepsilon_C = \frac{\mathrm{d}C}{\mathrm{d}P}\,\frac{P}{C} = \frac{1}{c_1}\,\frac{P_0}{C_0} = \frac{P_0}{P_0 - c_0}, \tag{3.6}$$

soit $288\,000/48\,000 = 6$ pour le marché type : une hausse de 1 % du prix accroît le rythme de construction de 6 %, ce qui est beaucoup, parce que la marge entre le prix et le seuil de coût est étroite. La réactivité de l'offre à l'échelle du stock est mieux résumée par le paramètre composite

$$\kappa = \frac{1}{b\,i\,c_1}, \tag{3.7}$$

qui apparaîtra dans la dynamique de la section 3.4 : il mesure la fraction d'un écart de stock que la construction comble en une année, en passant par la chaîne loyer, prix, construction. Pour le marché type, $\kappa = 0{,}12$. Enfin, l'élasticité du stock stationnaire par rapport à la taille de la demande, calculée à partir de l'équation (3.5), vaut 1,385 : à long terme, le stock réagit plus que proportionnellement à la demande parce que le loyer d'équilibre baisse à mesure que le stock croît. Ces trois mesures renvoient à des horizons différents, et l'on ne peut pas comparer des élasticités publiées sans savoir laquelle est mesurée.

3.3.2 Les déterminants de l'élasticité

Qu'est-ce qui rend l'offre d'une région plus ou moins réactive ? Saiz (2010) a montré, pour les aires métropolitaines américaines, que la géographie est un déterminant de premier ordre : la part du territoire rendue inconstructible par les plans d'eau, les océans et les pentes fortes dans un rayon de la ville centre réduit l'élasticité de l'offre, et cette contrainte physique renforce la contrainte réglementaire, les régions géographiquement contraintes étant aussi celles qui réglementent le plus. La réglementation de l'usage du sol, le zonage, les délais d'approbation et les redevances agissent sur le seuil c_0 et sur la pente c_1 de l'équation (3.4). Le coût des matériaux et de la main-d'œuvre, mesuré au Québec par l'indice des prix de la construction de bâtiments dont le chapitre 21 analyse la hausse de 8,6 % sur un an à Montréal, agit sur c_0. Le tableau 3.2 classe ces déterminants selon le paramètre qu'ils affectent et le sens de leur effet.

Au Québec

Les contraintes recensées au tableau 3.2 ont des traductions concrètes au Québec. Le fleuve Saint-Laurent, les rivières des Outaouais et Saint-Charles, le mont Royal et les zones inondables cartographiées par le gouvernement (Gouvernement du Québec 2026c) bornent physiquement les trois grandes agglomérations. La Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (Québec 1978) soustrait à l'urbanisation la zone agricole, dont la Commission de protection du territoire agricole du Québec (Commission de protection du territoire agricole du Québec 2026) autorise les exclusions au compte-gouttes ; elle fait de la périphérie de Montréal et de Québec un territoire à offre bornée. La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (Québec 1979a) confie aux municipalités le zonage, les densités et les procédures d'approbation que le chapitre 8 détaille. Ces institutions ne figent pas l'offre, mais elles la rendent moins élastique qu'elle ne le serait sur un territoire ouvert, et elles orientent sa forme : comme

Tableau 3.2. Déterminants de l'élasticité de l'offre de logements et paramètre du modèle qu'ils affectent

Déterminant	Mécanisme	Paramètre	Effet sur l'élasticité
Plans d'eau, pentes fortes, zones inondables	Terrain constructible rare ; coût marginal du terrain croissant	$c_1 \uparrow$	$\downarrow$
Zone agricole protégée, périmètre d'urbanisation	Offre de terrain bornée par la réglementation	$c_1 \uparrow$	$\downarrow$
Zonage restrictif, hauteurs, densités, stationnement	Moins de logements par terrain ; coût par logement plus élevé	$c_0 \uparrow, c_1 \uparrow$	$\downarrow$
Délais d'approbation, consultations, référendums	Horizon L plus long ; risque et coût de portage	$L \uparrow, c_0 \uparrow$	$\downarrow$ (et cycles plus amples)
Coût des matériaux et de la main-d'œuvre	Seuil de rentabilité relevé	$c_0 \uparrow$	$\downarrow$ à prix donné
Capacité de l'industrie (entrepreneurs, grues, ouvriers)	Coût marginal croissant du rythme	$c_1 \uparrow$	$\downarrow$
Terrains intercalaires, requalification, densification douce	Nouvelle offre de terrain à coût modéré	$c_1 \downarrow$	$\uparrow$

Source : synthèse de l'auteur d'après Saiz (2010), Glaeser et al. (2008) et DiPasquale et Wheaton (1996) ; classement qualitatif, aucune valeur numérique d'élasticité n'est reproduite.

le montre la section 3.4, la construction québécoise s'est déplacée massivement de la maison individuelle vers l'appartement.

3.3.3 Élasticité, prix et bulles

Glaeser et al. (2008) ont tiré de la relation entre élasticité et cycles une conclusion qui éclaire la lecture des marchés régionaux. Lorsque des anticipations optimistes relèvent la demande d'actifs, les régions à offre inélastique connaissent des hausses de prix fortes et longues, parce que l'offre ne vient pas les contenir ; les régions à offre élastique connaissent des hausses de prix plus courtes et plus modestes, mais une vague de construction qui laisse ensuite un excédent de logements et une baisse des prix. L'élasticité détermine donc si un choc de demande se résout par les prix ou par les quantités. L'asymétrie de Glaeser et Gyourko (2005) s'y ajoute : dans la région élastique, l'excédent construit pendant l'emballement ne disparaît pas quand la demande se retire, et la baisse des prix peut être durable. Pour l'évaluateur, la conséquence pratique est que la volatilité attendue d'une valeur dépend du marché où se trouve le bien : à prix égal, un logement dans un marché contraint est exposé à des variations de prix plus fortes, et un logement dans un marché élastique est exposé à une concurrence de l'offre neuve qui plafonne sa valeur au coût de remplacement. La perspective historique de Knoll et al. (2017), qui attribuent la hausse séculaire des prix réels des logements dans quatorze pays depuis 1870 presque entièrement au prix des terrains, et la décomposition de Davis et Heathcote (2007), qui montrent que la volatilité des prix des maisons américaines vient du terrain et non de la structure, convergent vers la même idée : la composante inélastique du logement, le sol, est celle qui porte le cycle.

3.4 Cycles : mises en chantier, inoccupation naturelle et prix

3.4.1 Pourquoi l'ajustement engendre des cycles

Le modèle des quatre quadrants décrit où va le marché ; il ne dit pas comment il y va. Wheaton (1999) a montré que la trajectoire dépend de trois choses : le délai de livraison, la réactivité de l'offre et la manière dont les acteurs forment leurs anticipations. Lorsque les promoteurs décident de construire sur la base du prix courant et que les logements ne sont livrés que plusieurs trimestres plus tard, l'offre répond à une demande qui n'existe plus : la construction décidée au sommet des loyers arrive quand les loyers ont commencé à baisser, elle accentue la baisse, puis l'absence de mises en chantier pendant la baisse prépare la pénurie suivante. Des anticipations rationnelles, qui tiendraient compte des logements en construction, amortiraient ces oscillations ; des anticipations myopes ou extrapolatives les amplifient. L'analyse empirique de Sivitanides et al. (2003) sur les marchés commerciaux américains conclut que les taux de capitalisation eux-mêmes se comportent de façon extrapolative, ce qui ajoute au cycle de l'espace un cycle des actifs.

Le marché de l'espace n'est pas non plus un marché d'enchères qui se vide à chaque période. Il existe un **taux d'inoccupation naturel** v^*, fraction du stock qui demeure vacante en régime normal parce que les ménages déménagent, que les logements se libèrent et se relouent avec délai, et que les propriétaires préfèrent une vacance courte à une baisse immédiate du loyer. Lorsque l'inoccupation observée v_t est inférieure au taux naturel, les loyers montent ; lorsqu'elle lui est supérieure, ils baissent. La forme la plus simple de cet ajustement est proportionnelle,

$$\frac{R_{t+1} - R_t}{R_t} = -\lambda\,(v_t - v^*), \qquad v_t = 1 - \frac{D_t}{S_t}, \tag{3.8}$$

où λ mesure la vitesse de réaction des loyers à un point d'inoccupation excédentaire. Cette équation, qui remonte aux travaux sur les marchés de bureaux des années 1980 et que DiPasquale et Wheaton (1996) présentent pour le logement, introduit un second délai dans le système : même sans construction, le loyer ne saute pas à son niveau d'équilibre, il s'y rend graduellement.

3.4.2 Un modèle dynamique et sa condition d'oscillation

Réunissons les éléments. En temps discret annuel, avec un délai de livraison L, la construction décidée en t s'ajoute au stock en $t+L$: $S_{t+1} = (1-\delta)S_t + C_{t-L+1}$. En substituant la chaîne loyer, prix, construction du modèle statique, on obtient une équation aux différences linéaire pour le stock,

$$S_{t+1} = (1-\delta)\,S_t + \kappa\,(a - S_{t-L}) - \frac{c_0}{c_1}, \qquad \kappa = \frac{1}{b\,i\,c_1}, \tag{3.9}$$

où κ est la réactivité définie par l'équation (3.7). Le comportement de cette équation dépend des racines de son polynôme caractéristique.

Proposition 3.2 : Condition d'oscillation du modèle stock-flux

Pour un délai d'un an ($L = 1$), l'équation (3.9) a pour polynôme caractéristique $r^2 - (1-\delta)\,r + \kappa = 0$. Le stock converge sans oscillation si $\kappa \leq (1-\delta)^2/4$; il oscille autour de l'équilibre si $\kappa > (1-\delta)^2/4$, avec un module $\sqrt{\kappa}$ et une période de

$$T = \frac{2\pi}{\arccos\!\left(\dfrac{1-\delta}{2\sqrt{\kappa}}\right)} \tag{3.10}$$

années ; les oscillations sont amorties si $\kappa < 1$ et explosives si $\kappa > 1$. Pour un délai L quelconque, le polynôme devient $r^{L+1} - (1-\delta)\,r^{L} + \kappa = 0$ et, à κ donné, l'allongement du délai accroît le module de la racine dominante et allonge la période.

Démonstration. En posant $s_t = S_t - S^{*}$, l'écart à l'équilibre stationnaire, l'équation (3.9) devient homogène : $s_{t+1} = (1-\delta)\,s_t - \kappa\,s_{t-L}$. On cherche des solutions de la forme $s_t = r^t$, d'où $r^{L+1} - (1-\delta)\,r^{L} + \kappa = 0$. Pour $L = 1$, le discriminant est $(1-\delta)^2 - 4\kappa$; les racines sont complexes conjuguées lorsqu'il est négatif, et leur produit vaut κ, de sorte que leur module commun est $\sqrt{\kappa}$. En écrivant $r = \sqrt{\kappa}\,e^{\pm i\theta}$, la somme des racines $2\sqrt{\kappa}\cos\theta = 1-\delta$ donne θ, et la période est $2\pi/\theta$. La solution générale $s_t = A\,\kappa^{t/2}\cos(\theta t + \varphi)$ converge si $\sqrt{\kappa} < 1$. Pour $L > 1$, le résultat sur le module s'obtient numériquement ; le script du chapitre le calcule par les racines du polynôme. □

Pour le marché type ($\delta = 0{,}01$), le seuil d'oscillation est $(1-\delta)^2/4 = 0{,}245$. Avec la pente d'offre $c_1 = 48$, la réactivité $\kappa = 0{,}12$ est inférieure au seuil : le stock converge de façon monotone, avec une racine dominante de module 0,849. Si l'offre est quatre fois plus réactive, $c_1 = 12$ et $\kappa = 0{,}48$, les racines sont complexes, de module 0,693, et la période des oscillations est de 8,1 ans pour un délai d'un an, de 10,7 ans pour un délai de deux ans, avec un module qui passe à 0,928 ; à trois ans de délai, le module dépasse l'unité et le système devient instable. Une offre très réactive combinée à des délais longs est la recette des cycles amples et persistants ; une offre peu réactive donne des marchés qui s'ajustent lentement mais sans excès. C'est le résultat central de Wheaton (1999), et il renverse une intuition courante : ce ne sont pas les marchés contraints qui « cyclent » le plus par les quantités, ce sont les marchés élastiques ; les marchés contraints, eux, cyclent par les prix.

3.4.3 Simulation d'un cycle

Données synthétiques

La simulation de cette sous-section est synthétique. Elle est produite par la fonction `simuler_cycle` du script `analysis/python/cases/ch03_cycles.py`, qui est déterministe (aucun tirage aléatoire ; la graine conventionnelle de l'ouvrage, 20261031, n'intervient pas). Le marché type trimestriel reprend les paramètres de la section 3.2 avec une pente d'offre $c_1 = 12$ (réactivité $\kappa = 0{,}48$), le seuil de coût étant recalibré à $c_0 = 276\,000$ \$ pour que l'état initial soit stationnaire ; un taux d'inoccupation naturel $v^{*} = 3$ %, entre les taux de 2,4 % et 2,9 % observés par la SCHL dans les RMR de Québec

et de Montréal en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a) ; une vitesse d'ajustement des loyers $\lambda = 0{,}75$ par trimestre ; un délai de livraison $L = 6$ trimestres. Le choc est une hausse permanente de 6 % de la demande, étalée linéairement sur douze trimestres à partir du huitième. Ces valeurs sont des hypothèses pédagogiques, non des estimations ; elles ne décrivent aucun marché réel.

La figure 3.2 montre la réponse du marché type. La montée de la demande fait d'abord tomber l'inoccupation, de 3 % à un creux de 1,17 %, parce que le stock ne bouge pas tant que les chantiers décidés en réaction ne sont pas livrés. Les loyers montent en réponse à la pénurie et culminent à 15,0 % au-dessus de leur nouveau niveau stationnaire, treize trimestres après le début du choc ; le prix suit le loyer, et les mises en chantier, qui réagissent au prix, atteignent un rythme annuel de 4 711 logements, soit plus de quatre fois le rythme stationnaire de 1 089. Puis les livraisons affluent : le stock dépasse la demande, l'inoccupation grimpe jusqu'à 5,0 %, les loyers refluent et passent sous leur niveau d'équilibre, atteignant un creux de 7,0 % en deçà trente-cinq trimestres après le début du choc. Les mises en chantier s'arrêtent complètement pendant plusieurs années, le stock se résorbe par les retraits et par la croissance de la demande, et un second cycle, d'amplitude réduite à 17 % du premier, s'amorce. La période du cycle est d'environ 47 trimestres, soit près de douze ans. Tous les éléments d'un cycle immobilier observé sont là : la pénurie qui précède la hausse des loyers, la vague de construction qui arrive en retard, la surabondance qui suit, l'arrêt des chantiers et le retour lent à l'équilibre.

3.4.4 Sensibilité du cycle au délai et à la réactivité

La figure 3.3 et le tableau 3.3 font varier les deux paramètres que la proposition 3.2 désigne comme décisifs. Avec un délai de deux trimestres, le loyer ne dépasse son équilibre que de 12,0 % et ne passe que 1,2 % en deçà : le marché s'ajuste presque sans excès, parce que l'offre arrive avant que les loyers n'aient eu le temps de s'emballer. Avec un délai de douze trimestres, caractéristique des tours d'habitation, le dépassement atteint 16,9 % et le creux 18,1 %, la période s'allonge à 76 trimestres et l'amortissement d'un cycle à l'autre faiblit. La réactivité de l'offre agit dans le même sens : avec $\kappa = 0{,}12$, le loyer monte de 15,1 % mais ne repasse jamais sous son équilibre, parce que l'offre ne construit pas assez pour créer un excédent ; avec $\kappa = 0{,}24$, un léger creux de 1,0 % apparaît ; avec $\kappa = 0{,}48$, le cycle complet se déploie. La vitesse d'ajustement des loyers λ a un effet plus modeste et ambigu : des loyers plus réactifs montent plus vite et plus haut, mais raccourcissent la période et réduisent la pointe d'inoccupation.

3.4.5 Le cycle québécois des mises en chantier

Les données réelles ne reproduisent pas la régularité d'une simulation, mais elles en portent les traces. La figure 3.4 présente les logements mis en chantier au Québec depuis 1990, d'après le tableau 34-10-0135-01 de Statistique Canada, qui diffuse les relevés trimestriels de la SCHL pour toutes les régions (Statistique Canada 2026f). La série décrit trois grands mouvements. Le creux du milieu des années 1990, avec 21 885 mises en chantier en 1995, suit une période de taux d'intérêt élevés et de faible croissance démographique. La reprise des années 2000 porte la construction à 58 448 logements en 2004, puis la maintient autour de

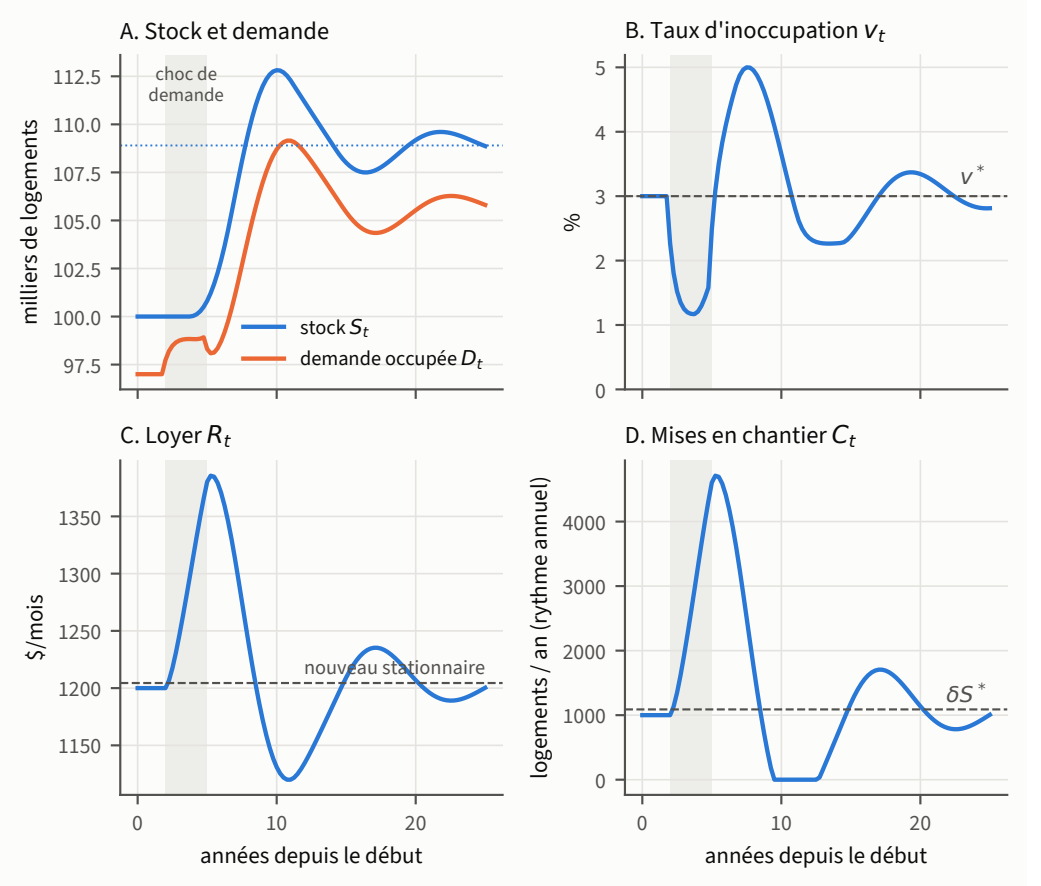


FIGURE 3.2. Simulation d'un cycle stock-flux dans le marché type après une hausse permanente de 6 % de la demande étalée sur trois ans (zone grisée) : A, le stock rattrape puis dépasse la demande occupée ; B, l'inoccupation tombe sous son taux naturel de 3 %, puis le dépasse ; C, le loyer culmine à 15 % au-dessus de son nouveau niveau stationnaire avant de passer 7 % en deçà ; D, les mises en chantier bondissent puis s'arrêtent complètement pendant plusieurs années.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch03_cycle.py ; paramètres pédagogiques, simulation déterministe

TABLEAU 3.3. Sensibilité du cycle simulé au délai de livraison L (trimestres) et à la réactivité de l'offre κ ($\lambda = 0{,}75$) : pointe et creux du loyer en écart à son niveau stationnaire final, inoccupation maximale v, mises en chantier maximales C (logements par an), période (trimestres) et amortissement

L	κ	Pointe (%)	Creux (%)	v max. (%)	C max.	Période	Amort.
2	0,48	12,0	−1,2	4,5	3 985	39	0,01
6	0,48	15,0	−7,0	5,0	4 711	47	0,17
12	0,48	16,9	−18,1	5,4	5 156	76	0,28
6	0,24	15,4	−1,0	4,0	2 942	70	0,00
6	0,12	15,1	0,5	3,5	2 001	—	—
12	0,12	15,8	−0,2	3,6	2 047	—	—

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/cases/ch03_cycles.py, fonction `sensibilite_cycle` ; l'amortissement est le rapport de la seconde pointe à la première ; « — » : aucun second cycle

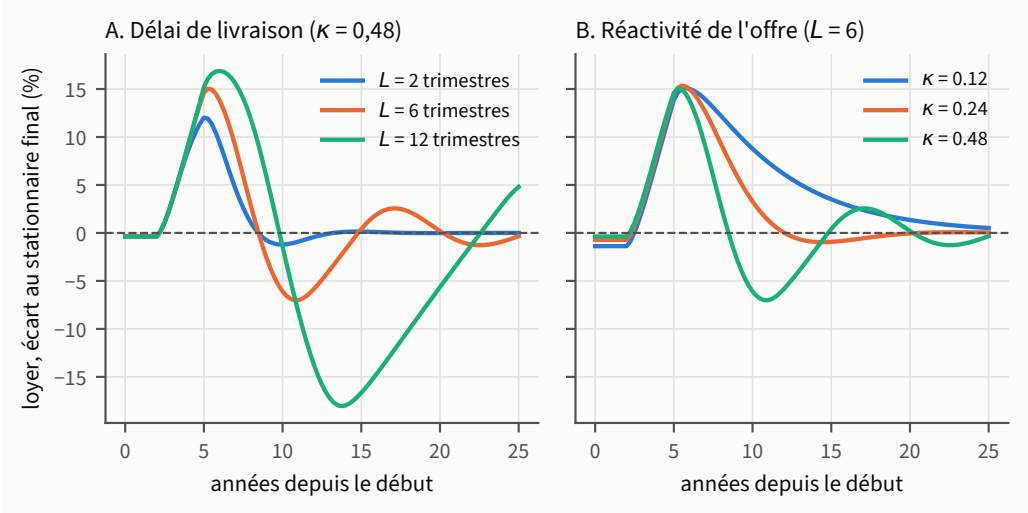


Figure 3.3. Trajectoire du loyer après le choc de demande selon le délai de livraison (A) et la réactivité de l'offre (B). Les délais longs creusent le cycle et l'allongent ; une offre peu réactive ($\kappa = 0{,}12$) s'ajuste lentement mais sans jamais passer sous l'équilibre.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch03_cycle.py

50 000 jusqu'en 2012, avant un repli vers 38 000 au milieu de la décennie 2010. Le troisième mouvement est le plus brutal : de 54 066 en 2020, les mises en chantier bondissent à 67 810 en 2021, record de la période, sous l'effet des taux d'intérêt historiquement bas et d'une demande soutenue, puis s'effondrent à 38 912 en 2023, soit une baisse de 42,6 % en deux ans, au moment même où la pénurie de logements locatifs était la plus aiguë. Elles remontent ensuite à 48 713 en 2024 et à 59 864 en 2025, et les trois premiers trimestres de 2026 totalisent 42 159 logements.

L'effondrement de 2022-2023 illustre le canal du prix des actifs du modèle des quatre quadrants. Le tableau 3.5 retrace la trajectoire du taux directeur de la Banque du Canada : abaissé à 0,25 % en mars 2020, il a été relevé dix fois entre mars 2022 et juillet 2023, de 475 points de base au total, jusqu'à 5,00 %, puis abaissé neuf fois entre juin 2024 et octobre 2025, jusqu'à 2,25 %, avant une première hausse de 25 points de base le 28 octobre 2026 qui l'a porté à 2,50 % (Banque du Canada 2026c ; Banque du Canada 2026a). La hausse des taux a relevé le taux de capitalisation exigé et le coût du financement des promoteurs, ce qui, dans le troisième quadrant, a réduit l'écart entre le prix et le coût de construction, lui-même en forte hausse, et donc la construction, alors même que la demande d'espace restait forte et que l'inoccupation tombait. Le rebond de 2024-2025 suit la détente monétaire avec le délai que le modèle prévoit. La composition des mises en chantier, au panneau B, montre une transformation structurelle qui se superpose au cycle : en 2005, 23 930 maisons individuelles représentaient 47,0 % des 50 910 logements mis en chantier ; en 2025, 8 477 maisons individuelles n'en représentent plus que 14,2 %, et les logements collectifs, appartements, jumelés et maisons en rangée, en représentent 51 387, soit 85,8 %. Le tableau 3.4 détaille cette évolution. Elle traduit la rareté croissante du terrain constructible dans les agglomérations, la réglementation favorisant la densification et l'évolution des coûts ; elle allonge aussi le délai moyen de livraison, puisque les appartements se construisent plus lentement que les maisons, ce qui, d'après la section 3.4,

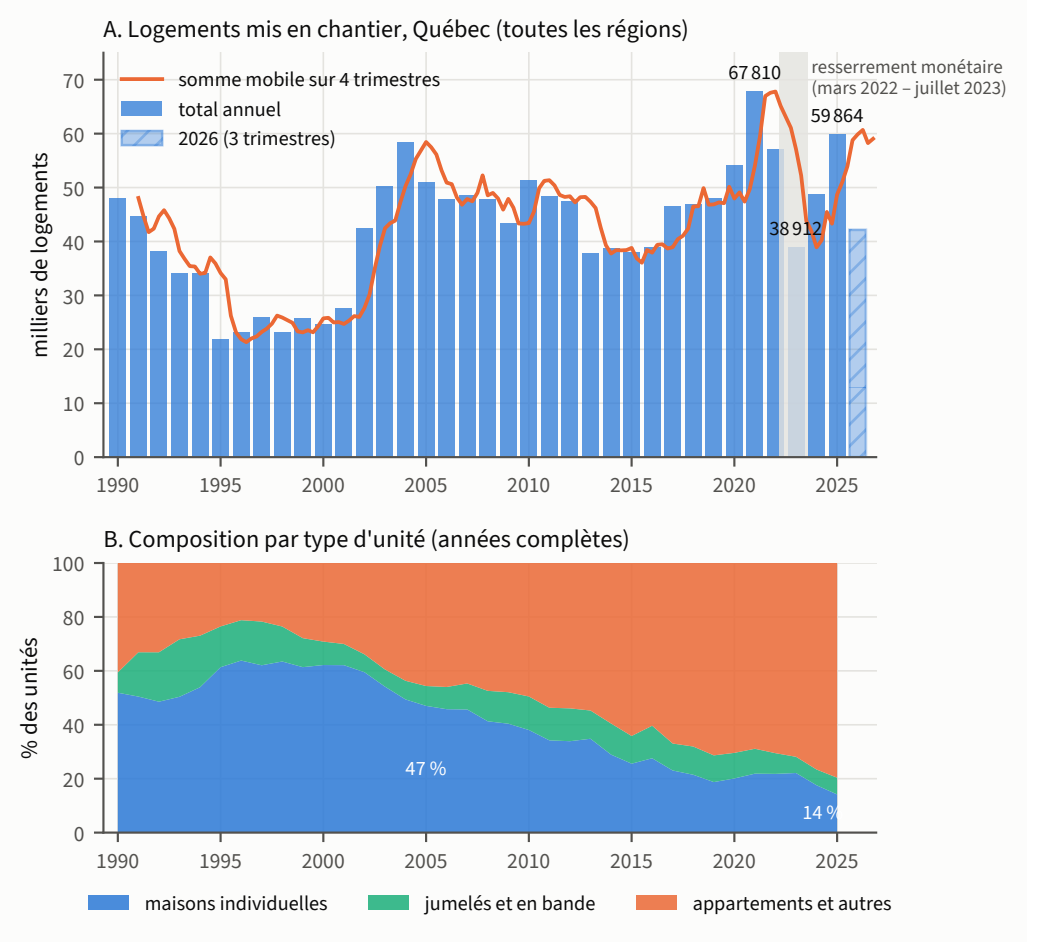


FIGURE 3.4. A : logements mis en chantier au Québec, toutes régions, 1990-2026 (totaux annuels et somme mobile sur quatre trimestres ; 2026 compte trois trimestres), avec la période de resserrement monétaire de mars 2022 à juillet 2023 en grisé. B : composition par type d'unité ; la part des maisons individuelles passe de 47 % en 2005 à 14 % en 2025.

Source : Statistique Canada, tableau 34-10-0135-01 (SCHL), données trimestrielles non désaisonnalisées, consulté le 2026-10-31 ; Banque du Canada, série V39079 pour la période de resserrement ; calculs de l'auteur (analysis/python/figures/ch03_mises_chantier.py).

accroît l'amplitude potentielle des cycles.

Tableau 3.4. Logements mis en chantier au Québec par type d'unité, années choisies (toutes régions)

Année	Total	Individuelles	Jumelés, en bande	Appartements	Part indiv. (%)
1990	48 070	24 942	3 623	19 505	51,9
2005	50 910	23 930	3 752	23 228	47,0
2015	37 926	9 698	3 895	24 333	25,6
2021	67 810	14 826	6 265	46 719	21,9
2023	38 912	8 601	2 342	27 969	22,1
2025	59 864	8 477	3 716	47 671	14,2

Source : Statistique Canada, tableau 34-10-0135-01 (SCHL), sommes annuelles des données trimestrielles non désaisonnalisées, consulté le 2026-10-31 ; calculs de l'auteur (`mises_en_chantier_annuelles`).

Tableau 3.5. Trajectoire du taux cible du financement à un jour de la Banque du Canada, 2020-2026 (dates d'effet dans la série Valet, lendemain de l'annonce)

Phase	Dates d'effet	Initial (%)	Final (%)	Variation (pb)
Détente pandémique (3 baisses)	2020-03-04 – 2020-03-27	1,75	0,25	−150
Resserrement (10 hausses)	2022-03-03 – 2023-07-13	0,25	5,00	475
Détente (9 baisses)	2024-06-06 – 2025-10-30	5,00	2,25	−275
Première hausse (cycle suivant)	2026-10-29	2,25	2,50	25

Source : Banque du Canada, série V39079 (API Valet), observations jusqu'au 2026-10-29, consultée le 2026-10-31 (Banque du Canada 2026c ; Banque du Canada 2026a) ; calculs de l'auteur (`changements_taux_directeur`).

Au Québec

L'inoccupation naturelle et l'ajustement des loyers de l'équation (3.8) se lisent dans l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL, menée chaque octobre dans les immeubles d'initiative privée de trois logements et plus. En octobre 2025, le taux d'inoccupation de la RMR de Québec était de 2,4 %, contre 0,9 % un an plus tôt, et celui de la RMR de Montréal de 2,9 %, contre 2,1 % ; le loyer moyen des logements de deux chambres avait progressé de 6,1 % à Québec et de 7,2 % à Montréal (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a). Une inoccupation très inférieure à son niveau naturel, puis une hausse des loyers bien supérieure à l'inflation, puis une remontée de l'inoccupation à mesure que les livraisons de 2021-2022 arrivent sur le marché : c'est la séquence du panneau B de la figure 3.2. Au Québec, toutefois, l'ajustement des loyers des logements occupés est encadré par les critères de fixation du Tribunal administratif du logement (Tribunal administratif du logement 2026d), de sorte que l'équation (3.8) décrit mieux les loyers des logements qui changent de locataire que ceux des baux reconduits ; le chapitre 34 analyse cette dualité et ses conséquences pour la valeur des immeubles.

3.5 Taux d'intérêt, coût d'usage et prix

3.5.1 L'arbitrage entre louer et posséder

Le marché des actifs du modèle des quatre quadrants capitalise le loyer à un taux i sans dire d'où vient ce taux. Pour un logement occupé par son propriétaire, la relation entre le prix et le loyer d'un logement équivalent s'obtient par un raisonnement d'arbitrage que Poterba (1984) a formalisé et que Himmelberg et al. (2005) ont popularisé comme instrument de diagnostic des marchés. Un ménage qui achète un logement de prix P pour l'occuper pendant un an supporte le coût d'opportunité des fonds immobilisés, iP, qu'il s'agisse d'intérêts hypothécaires versés ou de rendement auquel il renonce sur sa mise de fonds ; il paie les taxes foncières, τP ; il supporte l'entretien, la dépréciation et le risque de détenir un actif peu liquide, δP ; et il bénéficie de la plus-value attendue, gP. Le **coût d'usage** annuel de la propriété est donc

$$u = P\,(i + \tau + \delta - g), \tag{3.11}$$

et le ménage est indifférent entre louer et posséder lorsque ce coût égale le loyer R d'un logement équivalent. À l'équilibre, il en résulte un ratio prix/loyer qui ne dépend que des taux,

$$\frac{P}{R} = \frac{1}{i + \tau + \delta - g}. \tag{3.12}$$

L'équation (3.12) est l'équation (3.3) du marché des actifs, le taux de capitalisation i de DiPasquale et Wheaton étant remplacé par le taux de coût d'usage $i + \tau + \delta - g$; elle reprend la formule du coût d'usage introduite au chapitre 1 et lui donne un contenu empirique. Au Canada, contrairement aux États-Unis qu'étudie Poterba, les intérêts hypothécaires d'une résidence principale ne sont pas déductibles du revenu imposable, mais le gain en capital sur la résidence principale est exonéré ; le terme i est donc un taux avant impôt, et le terme g un gain net d'impôt, ce qui simplifie la formule par rapport à sa version américaine.

3.5.2 La sensibilité des prix aux taux

La conséquence la plus importante de l'équation (3.12) pour l'évaluation tient à la petitesse du dénominateur. Si l'on différencie le logarithme du ratio prix/loyer par rapport au taux d'intérêt, à loyer donné,

$$\frac{\partial \ln(P/R)}{\partial i} = -\frac{1}{i + \tau + \delta - g}, \tag{3.13}$$

ce qui signifie qu'une hausse d'un point de pourcentage du taux réduit le prix d'équilibre d'un pourcentage égal à l'inverse du taux de coût d'usage. Lorsque ce taux est de 8 %, une hausse de 100 points de base fait baisser le prix d'environ 12 % ; lorsqu'il est de 4 %, la même hausse le fait baisser d'environ 25 %. Himmelberg et al. (2005) ont tiré de ce résultat une mise en garde : les marchés où le coût d'usage est bas, parce que les taux sont bas ou les anticipations de plus-value élevées, sont ceux où le prix est le plus sensible aux variations de taux, et un ratio prix/loyer élevé n'y est pas en soi le signe d'une bulle, mais le signe d'une exposition. Le chapitre 40 reprendra cette idée pour construire des tests de résistance.

La variable la plus délicate de la formule est g, la plus-value anticipée. Si les ménages anticipent la poursuite de la hausse récente des prix, g est élevé, le coût d'usage est bas et

le prix d'équilibre est élevé : les anticipations extrapolatives sont autoréalisatrices à court terme, ce qui est la mécanique des bulles que décrivent Case et Shiller (2003) et Shiller (2015). Si les ménages anticipent une appréciation égale à l'inflation générale, ce qui est l'hypothèse la plus prudente et celle qui s'accorde avec la perspective historique de Knoll et al. (2017) sur le très long terme, g est stable et le ratio prix/loyer varie surtout avec le taux d'intérêt réel. La figure 3.5 applique ces deux hypothèses aux données québécoises.

3.5.3 Le coût d'usage au Québec, 2001-2026

La figure 3.5 et le tableau 3.6 reconstituent mensuellement le taux de coût d'usage et le ratio prix/loyer qu'il implique, à partir de séries réelles : le taux hypothécaire affiché pour un terme de cinq ans par les banques à charte, série V80691335 de la Banque du Canada ; l'inflation sur douze mois de l'indice des prix à la consommation du Québec, tableau 18-10-0004-01 ; la croissance annualisée sur cinq ans de l'indice des prix des logements neufs du Québec, tableau 18-10-0205-01 (Banque du Canada 2026c ; Statistique Canada 2026b ; Statistique Canada 2026d). Les deux paramètres fiscaux et techniques sont fixés et déclarés : $\tau = 0{,}825\,\%$, somme du taux de la taxe foncière générale de la Ville de Québec pour les immeubles de un à cinq logements en 2026 (0,746 4 $ par 100 $) et de la taxe scolaire 2026-2027 (0,078 99 $ par 100 $), et $\delta = 2{,}5\,\%$ pour l'entretien, la dépréciation et la prime de risque, hypothèse pédagogique sans source empirique directe. Le taux affiché surestime le taux effectivement payé ; en août 2026, le taux effectif des fonds avancés pour un terme fixe de cinq ans et plus était de 4,12 % pour les prêts assurés et de 4,58 % pour les prêts non assurés, contre un taux affiché de 6,19 % (Banque du Canada 2026b). La série du taux affiché a toutefois l'avantage de remonter à 2000 et d'être homogène ; le niveau du coût d'usage doit donc se lire comme une borne supérieure, et c'est sa variation dans le temps qui est instructive.

Tableau 3.6. Taux de coût d'usage et ratio prix/loyer implicite au Québec à six dates (taux hypothécaire affiché 5 ans ; τ = 0,825 %, δ = 2,5 %)

					g = IPC		g = IPLN	
Mois	Hyp. 5 ans (%)	GdC 5 ans (%)	IPC (%)	IPLN 5 ans (%)	u (%)	P/R	u (%)	P/R
Janvier 2001	7,79	5,22	2,76	1,63	8,35	12,0	9,49	10,5
Janvier 2008	7,49	3,55	2,02	4,98	8,79	11,4	5,84	17,1
Janvier 2012	5,29	1,31	2,84	3,42	5,78	17,3	5,19	19,3
Juillet 2020	4,94	0,35	0,30	2,35	7,96	12,6	5,91	16,9
Octobre 2023	7,04	4,23	4,16	6,58	6,21	16,1	3,79	26,4
Septembre 2026	6,09	3,57	3,14	2,39	6,28	15,9	7,03	14,2

Source : Banque du Canada (Valet : V80691335, BD.CDN.5YR.DQ.YLD, moyennes mensuelles) et Statistique Canada (18-10-0004-01, Québec, ensemble ; 18-10-0205-01, Québec, total maison et terrain), consultés le 2026-10-31 ; calculs de l'auteur (`serie_cout_usage`).

Trois lectures se dégagent. D'abord, sous l'hypothèse prudente d'une appréciation égale à l'inflation, le ratio prix/loyer d'équilibre est passé d'environ 12 au début des années 2000 à plus de 17 au début des années 2010, lorsque les taux hypothécaires ont baissé de près de deux points et demi ; cette hausse de près de la moitié du multiple est, à elle seule, une part importante de la hausse des prix relativement aux loyers observée durant la décennie. Ensuite,

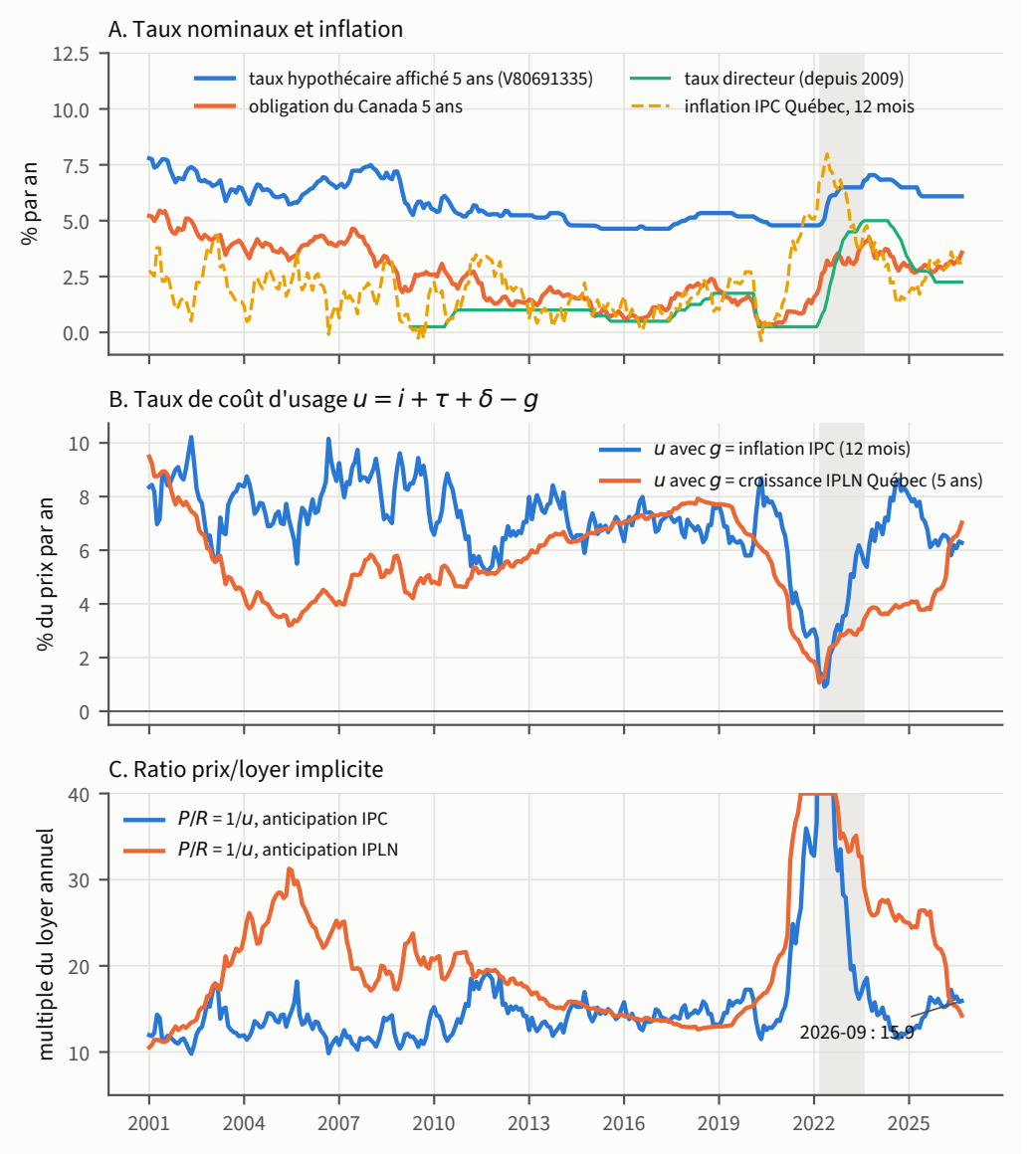


Figure 3.5. Coût d'usage du logement au Québec, janvier 2001 à septembre 2026. A : taux hypothécaire affiché 5 ans, rendement de l'obligation du Canada 5 ans, taux directeur et inflation de l'IPC du Québec sur douze mois. B : taux de coût d'usage $u = i + \tau + \delta - g$ sous deux hypothèses d'anticipation, g égal à l'inflation courante ou à la croissance de l'IPLN sur cinq ans. C : ratio prix/loyer implicite $1/u$ (la courbe IPLN est tronquée à 40 en 2021-2022, lorsque u approche de zéro). La zone grisée marque le resserrement monétaire de 2022-2023.

Source : Banque du Canada, API Valet, séries V80691335, BD.CDN.5YR.DQ.YLD et V39079, observations au 2026-10-29 ; Statistique Canada, tableaux 18-10-0004-01 et 18-10-0205-01, septembre 2026 ; consultés le 2026-10-31 ; paramètres τ = 0,825 % et δ = 2,5 % déclarés ; calculs de l'auteur (analysis/python/figures/ch03_cout_usage.py).

l'hypothèse extrapolative produit des résultats instables : en octobre 2023, la croissance de l'IPLN sur cinq ans, de 6,58 % par an, abaissait le coût d'usage à 3,79 % et portait le multiple implicite à 26, et la courbe B de la figure 3.5 frôle zéro en 2021-2022, ce qui signifie que des ménages anticipant la poursuite des hausses passées pouvaient justifier à peu près n'importe quel prix. C'est exactement le mécanisme que Case et Shiller (2003) identifient comme le cœur d'une bulle : non pas un prix élevé, mais un prix soutenu par l'anticipation de sa propre hausse. Enfin, le resserrement de 2022-2023 a relevé le coût d'usage sous l'hypothèse IPC de près de deux points en dix-huit mois, ce qui correspond, par l'équation (3.13), à une baisse du prix d'équilibre de l'ordre d'un quart à loyer constant ; les prix québécois n'ont pas baissé d'autant, parce que les loyers ont fortement monté au même moment, que le taux effectif a moins augmenté que le taux affiché et que le stock, on l'a vu, ne s'est pas accru. Le coût d'usage n'est pas un modèle de prévision des prix ; c'est un instrument pour décomposer un niveau de prix en ses composantes, taux, taxes, entretien et anticipations, et pour juger laquelle porte le niveau observé.

3.5.4 Exemple intégral : une unifamiliale de la région de Québec en octobre 2026

Exemple 3.1 : Coût d'usage et ratio prix/loyer d'une unifamiliale au prix médian de la RMR de Québec

Au troisième trimestre de 2026, le prix médian des unifamiliales vendues par courtier dans la RMR de Québec était de 463 500 $ (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e). On cherche le coût annuel qu'un ménage supporte en possédant une telle maison, et le ratio prix/loyer qu'implique ce coût, à la date du 31 octobre 2026. Les paramètres sont les suivants : taux hypothécaire affiché 5 ans de 6,19 % (Banque du Canada, semaine du 28 octobre 2026) ou taux effectif non assuré à terme fixe de cinq ans et plus de 4,58 % (août 2026) ; taxes $\tau = 0{,}825\,\%$ (Ville de Québec, 1 à 5 logements, et taxe scolaire) ; entretien, dépréciation et risque $\delta = 2{,}5\,\%$ (hypothèse) ; plus-value anticipée g égale à l'inflation de l'IPC du Québec de 3,1 % (septembre 2026) ou à la variation annuelle de l'IPLN du Québec de 1,3 % (septembre 2026). Tous les chiffres sont calculés par la fonction `exemple_cout_usage` du script du chapitre.

Étape 1 — Taux de coût d'usage. Avec le taux affiché et l'anticipation IPC, $u = 6{,}19 + 0{,}825 + 2{,}5 - 3{,}1 = 6{,}415\,\%$. Avec le taux effectif, $u = 4{,}58 + 0{,}825 + 2{,}5 - 3{,}1 = 4{,}805\,\%$. Avec le taux effectif et l'anticipation IPLN, $u = 6{,}605\,\%$.

Étape 2 — Coût annuel et mensuel. Au taux affiché, le coût d'usage de la maison médiane est de $463\,500 \times 0{,}06415 = 29\,735$ $ par an, soit 2 478 $ par mois. Au taux effectif, il tombe à 22 273 $ par an, soit 1 856 $ par mois ; avec l'anticipation IPLN, il remonte à 2 551 $ par mois. L'écart entre le taux affiché et le taux effectif vaut à lui seul plus de 600 $ par mois, ce qui rappelle que le taux pertinent pour l'arbitrage est celui que le ménage paie réellement, non celui qui est affiché.

Étape 3 — Ratio prix/loyer implicite. Par l'équation (3.12), le multiple d'équilibre est de $1/0{,}06415 = 15{,}6$ fois le loyer annuel au taux affiché, de 20,8 au taux effectif avec anticipation IPC et de 15,1 au taux effectif avec anticipation IPLN. Le loyer mensuel d'équilibre qui rendrait un ménage indifférent entre louer et acheter la maison médiane

est donc compris entre 1 856 $ et 2 551 $ selon les hypothèses. À titre de repère, le loyer moyen d'un appartement de trois chambres et plus dans la RMR de Québec était de 1 475 $ en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a) ; un tel appartement n'est pas un substitut d'une maison médiane, et la comparaison n'indique qu'un ordre de grandeur. Lue dans l'autre sens, l'équation (3.12) dit qu'un loyer de 1 475 $ par mois, capitalisé au taux de coût d'usage effectif de 4,805 %, justifie un prix de $1\,475 \times 12/0{,}04805 = 368\,336$ $.

Étape 4 — Sensibilité au taux. Si le taux effectif passait de 4,58 % à 5,58 %, le multiple d'équilibre tomberait de 20,8 à 17,2, une baisse de 17,2 % à loyer constant ; la semi-élasticité de l'équation (3.13) vaut $-1/0{,}04805 = -20{,}8$, c'est-à-dire qu'une hausse de 10 points de base réduit le prix d'équilibre d'environ 2,1 %. Le tableau 3.7 étend ce calcul à une grille de taux et d'anticipations.

Tableau 3.7. Sensibilité du ratio prix/loyer implicite au taux d'intérêt et à la plus-value anticipée (τ = 0,825 %, δ = 2,5 %)

	Plus-value anticipée g			
Taux i (%)	1,3 %	2,0 %	3,1 %	4,0 %
3,58	17,7	20,4	26,1	34,4
4,58	15,1	17,0	20,8	25,3
5,58	13,2	14,7	17,2	20,1
6,19	12,2	13,4	15,6	17,9
7,19	10,8	11,8	13,5	15,2

Source : calculs de l'auteur, fonction `ratio_prix_loyer` du script `analysis/python/cases/ch03_cycles.py` ; 3,58 % = rendement de l'obligation du Canada 5 ans au 2026-10-29, 4,58 % = taux effectif non assuré 5 ans et plus (août 2026), 6,19 % = taux affiché 5 ans (2026-10-28).

Le tableau 3.7 montre que le multiple d'équilibre varie du simple au triple sur une plage de taux et d'anticipations que le Québec a effectivement parcourue en cinq ans. Ce résultat a une portée directe sur la pratique : une évaluation par comparaison qui retient des ventes conclues à un taux de financement très différent de celui de la date d'évaluation doit corriger les conditions du marché, et l'ajustement n'est pas une simple tendance des prix, c'est une variation de la relation entre le prix et le loyer. Le chapitre 17 en traite l'exécution, le chapitre 31 les conditions de financement, en particulier le taux admissible minimal qui, en imposant aux emprunteurs une qualification à un taux supérieur au taux contractuel, atténue la transmission des baisses de taux aux prix.

3.6 Indicateurs d'alerte

3.6.1 Les indicateurs de tension

L'évaluateur doit qualifier, dans son rapport, les conditions du marché à la date d'évaluation. Les sections précédentes fournissent les grandeurs à surveiller ; les sources publiques québécoises les mesurent avec des définitions qu'il faut connaître. Le premier indicateur est

le **nombre de mois d'inventaire**, rapport entre les inscriptions en vigueur à la fin d'une période et le rythme mensuel des ventes,

$$MI = \frac{\text{inscriptions en vigueur}}{\text{ventes du trimestre}/3}, \tag{3.14}$$

qui mesure le temps nécessaire pour écouler le stock de propriétés à vendre au rythme courant. Il est d'usage, dans la pratique canadienne du courtage, de qualifier de favorable aux vendeurs un marché qui compte moins d'environ quatre mois d'inventaire, d'équilibré un marché qui en compte de quatre à six, et de favorable aux acheteurs un marché qui en compte plus de six ; ces seuils sont des conventions de métier, non des résultats établis, et ils varient selon le segment. Le second indicateur est le délai de vente médian, que l'APCIQ publie par catégorie de propriété. Le troisième est le ratio des ventes aux nouvelles inscriptions, qui mesure la vitesse à laquelle l'offre nouvelle de propriétés trouve preneur. Le tableau 3.8 calcule le nombre de mois d'inventaire au troisième trimestre de 2026 pour les sept marchés métropolitains du Québec à partir des chiffres de ventes et d'inscriptions publiés par l'APCIQ.

Tableau 3.8. Ventes, inscriptions en vigueur et mois d'inventaire, troisième trimestre de 2026, propriétés résidentielles vendues par courtier

Territoire	Ventes T3	Inscriptions	Ventes/mois	Mois d'inv.	Médiane unif. ($)
Province de Québec	20 935	42 408	6 978	6,1	500 000
RMR de Montréal	9 265	20 350	3 088	6,6	645 500
RMR de Québec	2 161	2 204	720	3,1	463 500
RMR de Gatineau	1 044	2 256	348	6,5	480 000
RMR de Sherbrooke	569	825	190	4,3	490 750
RMR de Trois-Rivières	372	447	124	3,6	395 000
RMR de Saguenay	371	498	124	4,0	365 500

Source : ventes, inscriptions et médianes : APCIQ par le système Centris, communiqué du 14 octobre 2026 et baromètres FSMI du troisième trimestre de 2026 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e) ; mois d'inventaire : calculs de l'auteur (`indicateurs_apciq`), inscriptions en vigueur rapportées aux ventes mensuelles moyennes du trimestre.

Le tableau révèle une province à deux vitesses. La RMR de Québec, avec 3,1 mois d'inventaire, et celles de Trois-Rivières et de Saguenay, avec 3,6 et 4,0 mois, demeurent des marchés tendus où l'offre de propriétés à vendre est insuffisante ; l'APCIQ y notait en septembre 2026 que l'offre restait de moitié inférieure à sa moyenne historique malgré une hausse de 35 % des inscriptions (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026d). Les RMR de Montréal et de Gatineau, avec 6,6 et 6,5 mois, sont passées dans la zone favorable aux acheteurs, après quatorze mois consécutifs de hausse de l'offre à Montréal ; la hausse de 42 % des inscriptions à Gatineau sur un an et la baisse de 3 % du prix médian des unifamiliales y signalent un retournement que les comparables du cas 1 du chapitre 16 devront refléter. Les indicateurs de tension ne mesurent pas la valeur, mais ils déterminent la direction et la vitesse de l'ajustement des prix dans les mois qui suivent la date d'évaluation, et donc le sens de l'ajustement de conditions du marché à appliquer aux ventes antérieures.

3.6.2 Les indicateurs de valorisation

Les indicateurs de tension décrivent le marché des transactions ; les indicateurs de **valorisation** comparent le niveau des prix à ses fondamentaux. Le ratio prix/loyer, examiné à la section 3.5, compare le prix au service rendu ; sa déviation par rapport au multiple d'équilibre $1/(i+\tau+\delta-g)$ mesure l'écart entre le prix et le coût d'usage. Le ratio prix/revenu compare le prix médian des logements au revenu médian des ménages ; il mesure l'accessibilité plutôt que la valeur, et il peut rester durablement élevé lorsque les taux sont bas sans qu'il y ait surévaluation, ce qui est l'avertissement de Himmelberg et al. (2005). Le ratio du prix au coût de remplacement, enfin, mesure l'incitation à construire du troisième quadrant : un prix durablement supérieur au coût de remplacement dans un marché où l'offre peut répondre annonce une vague de construction ; un prix inférieur au coût annonce l'arrêt des chantiers, comme en 2023.

Définition 3.2 : Bulle immobilière

Selon Case et Shiller (2003), une *bulle* est une situation où les prix sont soutenus principalement par l'anticipation de hausses futures plutôt que par les fondamentaux, de sorte que des ménages achètent à un prix qu'ils jugeraient excessif s'ils n'attendaient pas de plus-value. Dans l'équation (3.12), elle correspond à un terme g anticipé supérieur à la croissance que les loyers et les revenus peuvent justifier. Son diagnostic exige des données sur les anticipations, non seulement sur les prix.

Le diagnostic d'une bulle n'appartient pas à l'évaluateur, dont la mission est d'estimer le prix le plus probable à la date d'évaluation, quel que soit le jugement que l'on porte sur ce prix. Mais la connaissance du cycle entre dans son rapport de deux manières. D'une part, la définition de la valeur marchande suppose une exposition raisonnable au marché et des parties informées ; lorsque le marché est en retournement rapide, le délai d'exposition s'allonge et la fourchette de prix probables s'élargit, ce que le chapitre 20 traduit en incertitude déclarée. D'autre part, les normes de pratique exigent que le rapport décrive les conditions du marché et les tendances pertinentes à la date d'évaluation (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; les indicateurs de ce chapitre, cités avec leur source et leur date, en sont la matière.

Au Québec

Les séries publiques nécessaires au suivi du cycle au Québec sont, pour les transactions, les statistiques Centris de l'APCIQ (ventes, inscriptions, prix médians, délais de vente, par RMR, par secteur et par catégorie ; diffusion mensuelle et trimestrielle, attribution obligatoire et reproduction des tableaux soumise à autorisation) et les rapports mensuels de JLR fondés sur les actes publiés au Registre foncier (JLR 2026a) ; pour les prix, l'indice Teranet–Banque Nationale, construit par la méthode des ventes répétées pour les RMR de Montréal et de Québec (King 2026), dont le chapitre 35 examine la méthode, et l'indice des prix des logements neufs de Statistique Canada ; pour le locatif, l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL d'octobre et ses perspectives (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de

logement 2026e) ; pour la construction, les tableaux 34-10-0135-01 et 34-10-0143-01 de Statistique Canada, qui diffusent les relevés de la SCHL ; pour les taux, l'API Valet de la Banque du Canada, dont le calendrier des huit annonces annuelles est publié d'avance (Bank of Canada 2025). L'évaluateur qui cite ces sources indique le tableau ou la série, la période et la date de consultation, comme le font les tableaux de ce chapitre.

Erreurs fréquentes

- Extrapoler le prix de court terme d'un choc de taux comme s'il était permanent : le modèle des quatre quadrants montre que la baisse des taux relève d'abord les prix, puis le stock, puis fait baisser les loyers, le prix revenant vers le coût de construction.
- Confondre élasticité de la construction, réactivité du stock et élasticité de long terme : trois horizons, trois mesures, et des chiffres publiés qui ne sont comparables qu'à horizon égal.
- Lire un ratio prix/loyer ou prix/revenu élevé comme la preuve d'une surévaluation sans le rapporter au coût d'usage : à taux bas, un multiple élevé est un multiple d'équilibre, mais il signale une forte sensibilité aux taux.
- Utiliser le taux hypothécaire affiché comme taux de coût d'usage : l'écart avec le taux effectivement payé dépassait un point et demi en 2026 et change le multiple d'équilibre de plusieurs unités.
- Appliquer une tendance de prix uniforme comme ajustement de conditions du marché lorsque le cycle a changé la relation entre prix et loyers ; l'ajustement doit refléter la variation du coût d'usage, non seulement celle des médianes.
- Prendre une somme partielle pour un total annuel : les fichiers mensuels de Statistique Canada peuvent comporter des mois manquants, et le script du chapitre vérifie le nombre de périodes avant toute somme.

Limites et mises en garde

Les modèles de ce chapitre sont linéaires et agrégés. Le marché type est calibré sur des ordres de grandeur publics, mais son élasticité de la demande, son taux de retrait, sa pente d'offre, son taux d'inoccupation naturel et sa vitesse d'ajustement des loyers sont des hypothèses pédagogiques, non des estimations québécoises ; les amplitudes et les périodes du cycle simulé n'ont donc aucune valeur prédictive, et seules les relations qualitatives entre paramètres et cycle sont à retenir. Les anticipations y sont myopes ; des anticipations tournées vers l'avenir amortiraient les oscillations, comme l'a montré Wheaton. La décomposition du coût d'usage repose sur un taux affiché qui surestime le taux effectif, sur un paramètre δ de 2,5 % posé sans source empirique et sur un taux de taxe propre à la Ville de Québec ; les multiples implicites sont des bornes et des ordres de grandeur, non des cibles de prix. Les élasticités de l'offre estimées par Saiz pour les aires métropolitaines américaines n'ont pas été reproduites parce que l'article n'a pu être relu dans sa version intégrale au moment de la rédaction, et aucune estimation comparable n'existe, à notre connaissance, pour les régions métropolitaines du Québec. Les séries de logements en construction et d'achèvements du tableau 34-10-0135-01

s'arrêtent, pour le Québec, au quatrième trimestre de 2022, et la série mensuelle de la RMR de Montréal du tableau 34-10-0143-01 ne comporte pas les mois de juillet à septembre 2025 dans le fichier consulté ; le chapitre n'en cite donc aucun total annuel pour 2025. Les seuils de mois d'inventaire qui qualifient un marché de favorable aux vendeurs ou aux acheteurs sont des conventions de métier non normées.

À retenir

- Le logement est un stock que des flux modifient lentement : au Québec, les mises en chantier d'une année représentent environ 1,6 % du parc. À court terme, la demande fait le prix ; à long terme, le coût de l'offre nouvelle l'ancre.
- Le modèle des quatre quadrants relie loyer, prix, construction et stock ; son équilibre stationnaire est $S^* = (a - bic_0)/(1 + bic_1\delta)$. Une baisse des taux relève d'abord les prix, puis le stock, et finit par faire baisser les loyers ; une hausse des coûts de construction relève les prix de tout le parc.
- L'élasticité de l'offre dépend de la géographie, de la réglementation et des coûts ; les marchés inélastiques résolvent les chocs par les prix, les marchés élastiques par les quantités et la surconstruction.
- Les cycles naissent de la combinaison d'une offre réactive et de délais de livraison : le stock oscille si $\kappa > (1-\delta)^2/4$, avec une période $2\pi/\arccos[(1-\delta)/(2\sqrt{\kappa})]$; l'inoccupation naturelle et l'ajustement graduel des loyers allongent le cycle.
- Le coût d'usage $u = P(i + \tau + \delta - g)$ relie prix et loyer ; le multiple d'équilibre $1/(i+\tau+\delta-g)$ est d'autant plus sensible aux taux qu'il est élevé, et les anticipations extrapolatives de plus-value sont le ressort des bulles.
- Les indicateurs publics québécois (mises en chantier, inoccupation, loyers, inventaire, taux, inflation) permettent de situer la date d'évaluation dans le cycle ; ils se citent avec tableau, série, période et date de consultation.

Exercices

Exercice 3.1 — Stock et flux au Québec ★

Le Québec comptait 3 749 035 logements privés occupés au recensement de 2021 et 59 864 logements y ont été mis en chantier en 2025. En supposant que toutes les unités mises en chantier sont achevées dans l'année et que le taux de retrait est de 0,5 % par an, calculez le flux brut et le flux net en pourcentage du stock, le nombre d'années nécessaire pour accroître le parc de 10 % à ce rythme, et le stock stationnaire que ce rythme de construction pourrait entretenir à long terme. Commentez la vraisemblance de ce dernier chiffre et ce qu'il révèle sur le rôle du taux de retrait.

Exercice 3.2 — Mois d'inventaire ★

À partir des ventes et des inscriptions en vigueur du tableau 3.8, recalculez le nombre de mois d'inventaire des RMR de Québec, de Montréal et de Gatineau. Si les ventes de la RMR de Montréal reculaient de 10 % au trimestre suivant sans changement des inscriptions, que deviendrait l'indicateur ? Expliquez pourquoi il faut rapporter les inscriptions en vigueur, qui sont un stock, aux ventes mensuelles, qui sont un flux, et quelle convention sur le nombre de mois du trimestre vous avez adoptée.

Exercice 3.3 — Équilibre des quatre quadrants ★★

Un marché est décrit par la demande $D = 150\,000 - 3{,}4722\,R$, un taux de capitalisation de 5 %, une offre de construction $C = (P - 240\,000)/48$ et un taux de retrait de 1 %. Calculez le stock, le loyer, le prix et la construction d'équilibre stationnaire à l'aide de l'équation (3.5), puis vérifiez que les quatre relations sont satisfaites. Recalculez l'équilibre si le seuil de coût augmente de 10 % et interprétez la variation du prix d'équilibre en termes de transmission des coûts de construction aux prix du parc existant.

Exercice 3.4 — Baisse des taux : court terme et long terme ★★

Dans le marché de l'exercice 3.3, le taux de capitalisation passe de 5 à 4 %. Calculez le prix et la construction de court terme, le stock étant fixe, puis le stock, le loyer, le prix et la construction d'équilibre de long terme. Expliquez pourquoi le loyer de long terme est inférieur au loyer initial et ce que cela implique pour un investisseur qui achèterait un immeuble locatif au prix de court terme en supposant les loyers stables.

Exercice 3.5 — Coût d'usage d'une unifamiliale montréalaise ★★

Le prix médian des unifamiliales de la RMR de Montréal était de 645 500 $ au troisième trimestre de 2026. Avec un taux effectif de 4,58 %, un taux de taxe foncière et scolaire combiné de 0,9 % (hypothèse de l'exercice), un terme δ de 2,5 % et une plus-value anticipée de 3,1 %, calculez le taux de coût d'usage, le coût mensuel d'occupation et le ratio prix/loyer implicite. Refaites le calcul avec une plus-value anticipée de 1,3 %, puis avec un taux de 5,58 % et $g = 3{,}1$ %. Comparez le coût mensuel au loyer moyen des appartements de trois chambres et plus de la RMR de Montréal en octobre 2025, 1 626 $, et discutez les limites de cette comparaison. Quel prix ce loyer justifierait-il au taux de coût d'usage initial ?

Exercice 3.6 — Simulation : délais et réactivité ★★★

À l'aide du script `analysis/python/cases/ch03_cycles.py`, simulez le marché type avec un délai de livraison de douze trimestres et une réactivité $\kappa = 0{,}24$ (pente d'offre doublée), puis avec un délai de deux trimestres et $\kappa = 0{,}48$. Pour chaque variante, relevez la pointe et le creux du loyer, l'inoccupation maximale, la période et l'amortissement du cycle, et comparez-les à la simulation de référence. Rédigez une note de 150 mots expliquant pourquoi la construction de tours d'habitation, dont les délais sont longs, tend à produire des cycles plus amples que celle de maisons individuelles dans un marché à offre réactive.

Exercice 3.7 — Condition d'oscillation ★★★

Démontrez la proposition 3.2 pour $L = 1$ à partir de l'équation (3.9). Pour le marché type ($\delta = 0{,}01$), calculez le seuil d'oscillation, puis le module et la période des oscillations pour $\kappa = 0{,}48$ et pour $\kappa = 0{,}30$. Déterminez la pente d'offre c_1 en deçà de laquelle le marché devient instable ($\kappa > 1$) et celle en deçà de laquelle il commence à osciller, sachant que $\kappa = 1/(b\,i\,c_1)$ avec $b = 3{,}4722$ et $i = 0{,}05$. Interprétez ces seuils : quelle politique d'offre réduit l'amplitude des cycles sans sacrifier l'élasticité de long terme ?

Pour aller plus loin

Le cadre de ce chapitre est celui de DiPasquale et Wheaton (1992), dont l'article fondateur présente les quatre quadrants et leur statique comparative, et du manuel DiPasquale et Wheaton (1996), qui en développe les applications au logement, aux bureaux et à la dynamique des loyers et de l'inoccupation. Wheaton (1999) est la référence sur l'origine des cycles dans les délais et l'élasticité de l'offre, et sur le rôle des anticipations ; Sivitanides et al. (2003) et Chervachidze et Wheaton (2013) prolongent l'analyse au cycle des taux de capitalisation. Sur l'offre, Saiz (2010) établit le lien entre géographie, réglementation et élasticité, Glaeser et al. (2008) en tirent les conséquences pour l'amplitude et la durée des bulles, et Glaeser et Gyourko (2005) expliquent l'asymétrie des cycles par la durabilité du logement ; la théorie du prix des terrains sous incertitude de Titman (1985) et le modèle de croissance urbaine de Capozza et Helsley (1989) relient l'option de construire au cycle, et Duranton et Puga (2015) offrent une synthèse de l'usage du sol urbain. Sur le coût d'usage et le diagnostic des marchés, on lira Poterba (1984), Himmelberg et al. (2005) et Case et Shiller (2003), puis Shiller (2015) pour la dimension psychologique des bulles ; Knoll et al. (2017) et Davis et Heathcote (2007) situent le rôle du terrain dans la hausse séculaire et la volatilité des prix. Le manuel de Geltner et al. (2014) présente l'ensemble de ces thèmes dans une perspective d'investissement, et Appraisal Institute (2026) les traduit en exigences d'analyse de marché pour le rapport d'évaluation.

CHAPITRE 4

4

Marchés résidentiels québécois

Les trois premiers chapitres ont posé la théorie : ce qu'est la valeur, quels droits elle rémunère, comment l'offre, la demande et les cycles la font bouger. Le présent chapitre descend sur le terrain. Un évaluateur qui exerce au Québec n'évalue pas « un logement » en général : il évalue un plex de Rosemont dont les baux se renouvellent le 1er juillet, une copropriété divise de Sainte-Foy dont le fonds de prévoyance vient d'être réévalué, un cottage d'Aylmer dont le rôle triennal change le 1er janvier 2027. Chacun de ces biens s'échange sur un marché dont la structure, les institutions et les données sont propres au Québec et, souvent, à une région métropolitaine. Le chapitre décrit d'abord la structure du parc telle que la mesure le Recensement de 2021, puis la géographie des six régions métropolitaines de recensement (RMR) qui concentrent plus des deux tiers de la population. Il passe ensuite en revue les sources publiques et privées qui mesurent les prix et les loyers, en insistant sur ce que chacune mesure réellement, avant d'exposer les particularités institutionnelles qui façonnent la demande et l'offre : le plex, la copropriété divise, le 1er juillet, l'encadrement des loyers, les droits sur les mutations et le rôle d'évaluation. Il présente enfin les acteurs du marché et retrace le cycle des vingt-cinq dernières années. Toutes les données chiffrées de ce chapitre sont réelles, attribuées à leur source et à leur date ; aucune ne provient des dossiers synthétiques des chapitres de cas, qui ne font ici que recevoir leur calibration.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- décrire la structure du parc résidentiel québécois par type de construction et mode d'occupation, et mesurer en quoi elle diffère de celle du Canada ;
- situer les six RMR du Québec par leur population, leur croissance récente et la place de la location dans leurs ménages ;
- nommer les sources publiques et d'industrie qui mesurent les prix et les loyers, dire ce que chacune mesure et ne mesure pas, et éviter les comparaisons indues entre elles ;
- calculer et interpréter les indicateurs de conjoncture d'un marché résidentiel : mois d'inventaire, délai de vente, taux d'inoccupation, variation « même échantillon » des loyers, multiplicateur implicite ;

- expliquer les particularités institutionnelles du marché québécois et leurs conséquences sur la valeur : plex, copropriété divise, 1er juillet, encadrement des loyers, droits sur les mutations, cycle du rôle d'évaluation ;
- identifier les acteurs du marché et le cadre légal qui régit leur intervention ;
- lire le cycle 2000-2026 à travers les taux d'intérêt et les indices de prix, et mesurer la sensibilité du prix soutenable au taux hypothécaire.

4.1 La structure du parc : ce que mesure le Recensement

4.1.1 Ménages, logements et modes d'occupation

La source de référence pour la structure du parc est le Recensement de la population, dont la plus récente édition complète date de 2021. Le Recensement ne dénombre pas les immeubles : il dénombre les **logements privés occupés** par des ménages, de sorte qu'un triplex y apparaît comme trois logements, et un immeuble de douze appartements comme douze. Cette convention a une conséquence qu'il faut garder à l'esprit tout au long de l'ouvrage : les parts que l'on calcule sont des parts de ménages, non des parts de bâtiments ni de valeur. Un parc où 40 % des ménages habitent des appartements dans de petits immeubles peut ne compter que 10 % de ses bâtiments dans cette catégorie, et la part de la valeur foncière qu'elle représente est encore différente.

En 2021, le Québec comptait 3 749 035 ménages privés, dont 2 245 600 propriétaires et 1 497 005 locataires (Statistique Canada 2022d). Le **taux de propriété**, défini comme la proportion des ménages qui sont propriétaires de leur logement,

$$\tau_P = \frac{H_P}{H}, \tag{4.1}$$

où H_P est le nombre de ménages propriétaires et H le nombre total de ménages privés, s'établissait à 59,9 % au Québec contre 66,5 % au Canada (9 955 970 propriétaires sur 14 978 945 ménages). Le solde n'est pas exactement composé de locataires : un petit nombre de ménages, 6 430 au Québec, occupent un logement fourni par une administration locale ou une bande, et le Recensement les classe à part. L'écart de six points et demi entre le Québec et le reste du pays est l'un des traits les plus stables de la démographie du logement canadienne ; il s'est même légèrement creusé entre 2016 et 2021, le taux québécois reculant de 1,4 point selon la série « Perspective géographique » du Recensement (Statistique Canada 2022b). Pour l'évaluateur, cet écart signifie deux choses : le marché locatif est proportionnellement plus vaste au Québec qu'ailleurs au Canada, et les immeubles de revenu de petite taille, qui logent une bonne part de ces locataires, y constituent un segment de marché à part entière, avec ses acheteurs, ses prix et ses indicateurs.

4.1.2 Les types de construction

Le Recensement classe les logements en huit types de construction, que le tableau 4.1 présente pour le Québec et le Canada avec, pour chacun, la part des ménages et le taux de propriété. La lecture de ce tableau fixe les ordres de grandeur que tout le reste de l'ouvrage suppose connus. La **maison individuelle non attenante** loge 44,6 % des ménages québécois, soit huit points de moins qu'au Canada (52,6 %). L'**appartement dans un immeuble**

Tableau 4.1. Ménages privés selon le type de construction résidentielle, Québec et Canada, Recensement de 2021 : nombre, part des ménages et taux de propriété.

	Québec			Canada	
Type de construction	Ménages	Part (%)	Propr. (%)	Part (%)	Propr. (%)
Maison individuelle non attenante	1 672 095	44,6	92,2	52,6	89,8
Appartement, immeuble de moins de 5 étages	1 242 980	33,2	21,0	18,3	23,9
Appartement ou plain-pied dans un duplex	269 415	7,2	42,9	5,4	48,3
Appartement, immeuble de 5 étages ou plus	225 795	6,0	28,7	10,7	30,3
Maison jumelée	200 495	5,3	81,4	5,0	74,5
Maison en rangée	99 205	2,6	71,8	6,6	63,5
Logement mobile	23 640	0,6	87,0	1,3	82,8
Autre maison individuelle attenante	15 405	0,4	48,0	0,2	47,5
Ensemble des ménages privés	3 749 035	100,0	59,9	100,0	66,5

Source : Statistique Canada, Recensement de la population de 2021, tableau 98-10-0240-01 (extraction WDS du 31 octobre 2026, `data/raw/statcan_recensement2021/`), licence ouverte de Statistique Canada ; parts et taux calculés par `analysis/python/cases/ch04_marches.py`. Les effectifs sont soumis à l'arrondi aléatoire du Recensement (multiples de 5) ; la somme des types diffère du total de cinq ménages.

de moins de cinq étages en loge 33,2 %, près du double de la part canadienne (18,3 %) : c'est la catégorie où se rangent les logements des triplex, des quadruplex, des quintuplex et des immeubles de six à trente logements qui forment le tissu des quartiers centraux de Montréal, de Québec et des villes moyennes. Le **duplex**, au sens du Recensement, désigne un appartement ou un plain-pied dans un bâtiment de deux logements superposés ; il loge 7,2 % des ménages québécois contre 5,4 % des ménages canadiens. Ensemble, duplex et appartements de moins de cinq étages abritent 1 512 395 ménages, soit 40,3 % du total québécois : c'est la mesure la plus directe du poids des « plex » et des petits immeubles locatifs dans le parc, et la raison pour laquelle la partie VI de cet ouvrage leur consacre neuf chapitres. À l'inverse, les appartements dans les tours de cinq étages ou plus ne logent que 6,0 % des ménages québécois contre 10,7 % au Canada, où la part de Toronto et de Vancouver pèse lourd, et la maison en rangée, forme dominante de la densification en Ontario, ne compte que pour 2,6 % des ménages québécois contre 6,6 % des ménages canadiens.

Le taux de propriété par type de construction, dans les deux dernières colonnes de chaque bloc, révèle la seconde particularité du Québec. La maison individuelle est presque toujours occupée par son propriétaire (92,2 %), comme partout au Canada. Mais le duplex québécois est majoritairement locatif : 42,9 % seulement de ses occupants sont propriétaires, ce qui veut dire qu'un peu moins de la moitié des duplex sont habités par leur propriétaire, l'autre logement étant loué, et que les autres sont entièrement loués. Les appartements de moins de cinq étages ne sont occupés par un propriétaire que dans 21,0 % des cas ; ce cinquième correspond pour l'essentiel aux copropriétés divises de petite taille et aux propriétaires occupants de triplex et de quadruplex. L'évaluateur retient de ces chiffres que l'acheteur type d'un plex est, au Québec, tantôt un propriétaire occupant qui achète d'abord un logement et accessoirement un revenu, tantôt un petit investisseur qui achète d'abord un revenu ; le chapitre 32 montre que cette dualité de la demande explique pourquoi la méthode de comparaison et la méthode du revenu y conduisent souvent à des indications différentes.

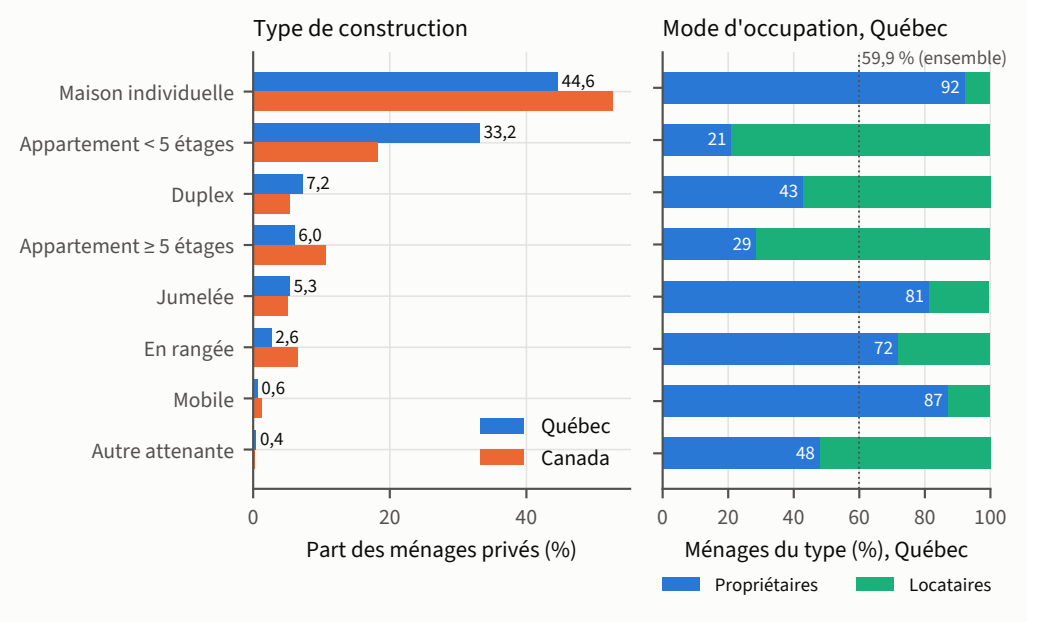


FIGURE 4.1. Structure du parc en 2021. À gauche, part des ménages privés par type de construction au Québec et au Canada : la maison individuelle domine partout, mais le Québec se distingue par le poids des appartements dans de petits immeubles et des duplex, et par la faiblesse des tours et des maisons en rangée. À droite, partage propriétaires-locataires de chaque type au Québec : les duplex et les petits immeubles sont majoritairement locatifs.

Source : Statistique Canada, Recensement de 2021, tableau 98-10-0240-01 (licence ouverte), consulté le 31 octobre 2026 ; script `analysis/python/figures/ch04_parc.py`.

4.1.3 Mesurer l'écart de structure

Dire que le Québec « a plus de plex » est une impression ; la mesurer est une autre affaire. L'outil le plus simple est l'**indice de dissimilarité**, emprunté à la démographie, qui compare deux distributions de parts s_i^A et s_i^B sur les mêmes catégories $i = 1, \dots, K$:

$$D = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{K} \left| s_i^A - s_i^B \right|, \qquad 0 \leq D \leq 1. \tag{4.2}$$

L'indice s'interprète comme la proportion des ménages de l'une des deux populations qu'il faudrait reclasser dans un autre type pour que les deux structures coïncident. Il vaut zéro si les structures sont identiques et un si elles n'ont aucune catégorie en commun. Appliqué aux huit types du tableau 4.1, il donne $D = 0{,}1715$ entre le Québec et le Canada : il faudrait déplacer 17 % des ménages québécois d'un type vers un autre, essentiellement des appartements de petits immeubles vers des maisons individuelles, des tours et des maisons en rangée, pour retrouver la structure canadienne. Cet ordre de grandeur sert de référence pour les comparaisons entre régions au chapitre 15, où le même indice mesure l'écart entre un quartier et sa RMR, et il rappelle que les barèmes et les ratios importés du reste du Canada, de l'Ontario en particulier, s'appliquent à un parc dont la composition est sensiblement différente.

4.2 Les régions métropolitaines

4.2.1 Six RMR, les trois quarts de la population

Le Québec compte sept régions métropolitaines de recensement depuis que Drummondville a accédé à ce statut en 2021. Le présent ouvrage en retient six, celles qui disposent d'une couverture statistique complète pour les prix et les loyers : Montréal, Québec, la partie québécoise d'Ottawa-Gatineau, Sherbrooke, Trois-Rivières et Saguenay. Le tableau 4.2 rassemble pour chacune les indicateurs structurels et conjoncturels dont le chapitre fait usage, avec la source et la date de chaque colonne ; la figure 4.2 les situe. Au 1er juillet 2025, les estimations démographiques de Statistique Canada attribuaient 4 597 837 habitants à la RMR de Montréal, 903 607 à celle de Québec, 374 226 à la partie québécoise d'Ottawa-Gatineau, 243 911 à Sherbrooke, 174 316 à Trois-Rivières et 170 192 à Saguenay (Statistique Canada 2026a). Ensemble, ces six RMR regroupent 71,4 % de la population provinciale estimée à 9 058 297 personnes pour 2025 par l'Institut de la statistique du Québec (Institut de la statistique du Québec 2026a) ; avec Drummondville, l'ensemble des RMR en regroupe 72,6 %. Montréal seule en représente la moitié. Cette concentration a une conséquence directe pour la disponibilité des données : les sources industrielles et la SCHL publient des indicateurs trimestriels ou annuels pour ces six territoires, tandis que les municipalités hors RMR ne disposent souvent que des médianes de JLR par région administrative, du rôle d'évaluation et des ventes du registre foncier.

4.2.2 Croissance démographique et demande de logements

La demande de logements est d'abord une affaire de ménages, et les ménages suivent la population. Le **taux de croissance annuel composé** (TCAC) entre deux années t_0 et t_1,

$$g = \left(\frac{N_{t_1}}{N_{t_0}} \right)^{1/(t_1 - t_0)} - 1, \tag{4.3}$$

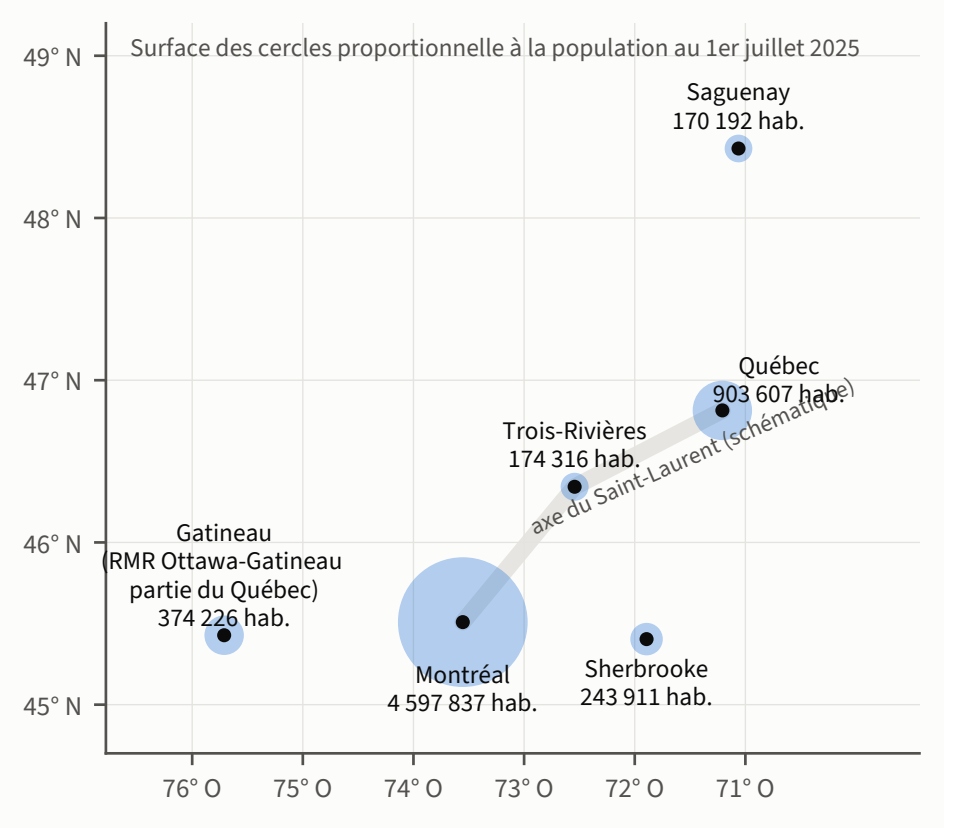


Figure 4.2. Les six régions métropolitaines de recensement retenues dans l'ouvrage, situées par les coordonnées de leur ville centre ; la surface de chaque cercle est proportionnelle à la population au 1er juillet 2025. Montréal pèse cinq fois Québec et douze fois Gatineau ; les trois RMR de l'axe du Saint-Laurent regroupent l'essentiel de la population urbaine. Schéma sans fond de carte.

Source : positions : Base de données toponymiques du Canada, service *geonames* (Ressources naturelles Canada 2026a) ; population : Statistique Canada, tableau 17-10-0148-01 (licence ouverte) ; script `analysis/python/figures/ch04_carte.py`.

permet de comparer des RMR de tailles très différentes. Entre le 1er juillet 2020 et le 1er juillet 2025, il s'est établi à 1,08 % par année pour Montréal, 1,46 % pour Québec, 1,18 % pour Gatineau, 1,55 % pour Sherbrooke, 1,56 % pour Trois-Rivières et 0,96 % pour Saguenay, soit 1,17 % pour l'ensemble des RMR (Statistique Canada 2026a). Deux faits ressortent. Montréal est la seule RMR dont la population a reculé en 2021 (de 4 356 853 à 4 330 143), effet des départs vers les couronnes et les villes moyennes pendant la pandémie, avant de rebondir fortement en 2023 et 2024 avec la reprise de l'immigration ; les villes moyennes, Sherbrooke et Trois-Rivières en tête, ont connu la croissance la plus rapide de la période. Le ralentissement est net en 2025 : la croissance annuelle n'est plus que de 0,55 % à Montréal, 1,00 % à Québec et 0,95 % à Gatineau. Les projections démographiques de l'ISQ publiées le 9 juillet 2026 prolongent ce ralentissement : le scénario de référence prévoit un recul de la population québécoise d'environ 50 000 personnes, soit 0,6 %, entre 2025 et 2029, puis une stabilisation, avec des trajectoires régionales divergentes à l'horizon 2051, de −3 % pour la RMR de Montréal et −6 % pour Saguenay à +16 % pour la RMR de Québec (Institut de la statistique du Québec 2026b). Pour l'évaluateur, ces projections ne sont pas des prédictions de prix : elles indiquent dans quelles RMR la demande structurelle soutient la valeur à long terme et dans lesquelles l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation d'un terrain doit intégrer un risque de demande (chapitre 41).

4.2.3 La place de la location dans les RMR

Le tableau 98-10-0231-01 du Recensement donne le mode d'occupation des ménages par RMR. En 2021, la RMR de Montréal comptait 1 835 705 ménages dont 837 470 locataires, soit 45,6 % ; celle de Québec 387 955 ménages dont 161 800 locataires (41,7 %) ; la RMR d'Ottawa-Gatineau, mesurée dans son ensemble puisque l'extraction ne sépare pas ses deux parties, 604 720 ménages dont 208 995 locataires (34,6 %) (Statistique Canada 2022a). La part des locataires dans la RMR de Montréal est ainsi supérieure de près de six points à la moyenne provinciale (39,9 %) et de treize points à la moyenne canadienne (33,1 %). Le parc locatif que suit la SCHL en donne une autre mesure : son univers d'appartements d'initiative privée dans les immeubles de trois logements et plus comptait, en octobre 2025, 667 266 logements dans la RMR de Montréal, 118 693 dans celle de Québec, 33 553 dans la partie québécoise de Gatineau, 41 949 à Sherbrooke, 22 505 à Trois-Rivières et 16 241 à Saguenay (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Ces effectifs fixent la taille du marché sur lequel s'appliquent les méthodes de la partie VI et, pour le praticien, le nombre de comparables potentiels dont il dispose.

4.3 Prix et loyers : les séries publiques et leurs limites

4.3.1 Six sources, six objets de mesure

Le marché résidentiel québécois est mesuré par plusieurs producteurs de données qui ne mesurent ni la même chose, ni au même moment, ni sur le même périmètre. Confondre leurs chiffres est l'erreur la plus fréquente dans les rapports d'évaluation et dans la presse. Le tableau 4.3 compare les six sources principales ; les paragraphes qui suivent précisent ce que chacune mesure.

Les **prix médians de l'APCIQ** sont les plus cités. Ils portent sur les ventes conclues par l'entremise d'un courtier inscrit au système Centris, datées de l'acceptation de la promesse

Tableau 4.2. Indicateurs par RMR : population, croissance, parc locatif, prix médians, conjoncture et loyers. Chaque colonne indique sa source et sa période ; les chiffres de l'APCIQ sont cités avec attribution et ne constituent pas une reproduction de ses tableaux.

RMR	Pop. 2025	TCAC 20-25 (%)	Univers SCHL	Unifam. ($)	Copro. ($)	Plex ($)	Mois d'inv.	Inocc. (%)	Loyer 2 ch. ($)	IPLN 09-2026
Montréal	4 597 837	1,08	667 266	645 500	435 000	860 500	6,6	2,9	1 346	159,5
Québec	903 607	1,46	118 693	463 500	334 900	600 000	3,1	2,4	1 277	144,2
Gatineau (partie QC)	374 226	1,18	33 553	480 000	297 450	617 500	6,5	3,8	1 460	116,6
Sherbrooke	243 911	1,55	41 949	490 750	327 000	544 500	4,3	2,7	1 062	112,1
Trois-Rivières	174 316	1,56	22 505	395 000	287 000	420 000	3,6	2,7	1 016	119,4
Saguenay	170 192	0,96	16 241	365 500	n. d.	373 500	4,0	1,3	985	—
Province	9 058 297	—	—	500 000	400 000	699 000	6,1	—	—	150,0

Source : Population au 1er juillet 2025 et TCAC 2020-2025 : Statistique Canada, tableau 17-10-0148-01 (province : ISQ, 2025 provisoire). Univers SCHL (appartements d'initiative privée, immeubles de 3 logements et plus), taux d'inoccupation (tous les logements) et loyer moyen des logements de deux chambres : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, tableaux 1.1.1 à 1.1.3, publiés le 11 décembre 2025. Prix médians (unifamiliale, copropriété, plex de 2 à 5 logements) et mois d'inventaire (inscriptions en vigueur divisées par les ventes mensuelles moyennes du trimestre) : APCIQ par le système Centris, 3e trimestre 2026, communiqué du 14 octobre 2026 et baromètres FSMI ; n. d. : médiane non publiée (27 ventes). IPLN, total maison et terrain, déc. 2016 = 100 : Statistique Canada, tableau 18-10-0205-01, septembre 2026 (Saguenay non couvert). Toutes sources consultées le 31 octobre 2026 ; calculs `analysis/python/cases/ch04_marches.py`.

d'achat, et sont publiés par catégorie de propriété pour la province, les RMR et des secteurs infra-métropolitains. Au troisième trimestre de 2026, l'APCIQ rapportait 20 935 ventes résidentielles au Québec, en recul de 7 % sur un an, 42 408 inscriptions en vigueur, en hausse de 20 %, et des prix médians de 500 000 $ pour l'unifamiliale, 400 000 $ pour la copropriété et 699 000 $ pour le plex de deux à cinq logements (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e). Ces chiffres excluent les ventes sans courtier, qui représentent une part variable du marché selon les régions et les segments, et une médiane ne corrige pas la composition : si les ventes de maisons plus grandes ou mieux situées augmentent, la médiane monte sans qu'aucun prix individuel n'ait bougé. Les **médianes de JLR** reposent au contraire sur l'ensemble des actes publiés au Registre foncier, datés de la signature chez le notaire, donc postérieurs d'un à trois mois à la promesse d'achat ; pour les douze mois se terminant en septembre 2026, JLR rapportait une médiane provinciale de 483 000 $ pour l'unifamiliale et de 622 000 $ pour les immeubles de deux à cinq logements (JLR 2026a). L'écart avec les médianes de l'APCIQ tient à la période, au périmètre et à la définition des catégories, non à une erreur de l'une ou de l'autre. L'**indice Teranet–Banque Nationale**, enfin, est le seul indice de prix au sens strict pour le marché de la revente : il repose sur les ventes répétées d'un même immeuble, méthode présentée au chapitre 35, et il neutralise ainsi l'effet de composition. En septembre 2026, il s'établissait à 310,62 pour Montréal (juin 2005 = 100), en hausse de 1,4 % sur un an et à 1,8 % sous son sommet de mars 2026, et à 327,56 pour Québec, en hausse de 7,7 % sur un an et à son sommet (King 2026).

Du côté des logements neufs, l'**Indice des prix des logements neufs** (IPLN) de Statistique Canada mesure chaque mois l'évolution du prix de vente demandé par les constructeurs pour des maisons neuves de caractéristiques constantes, en distinguant la composante maison et la composante terrain. Il ne mesure pas le prix des reventes, et il ne doit pas être

Tableau 4.3. Sources de mesure des prix et des loyers résidentiels au Québec : objet mesuré, périmètre, périodicité, conditions d'utilisation.

Source	Ce qu'elle mesure	Périmètre et périodicité	Conditions
APCIQ (système Centris)	Prix médians et nombre de ventes conclues par l'entremise d'un courtier, inscriptions en vigueur, délais de vente, par catégorie (unifamiliale, copropriété, plex de 2 à 5 logements)	Province, RMR, secteurs Centris ; mensuel et trimestriel ; ventes signées (promesse acceptée)	Attribution obligatoire « par le système Centris » ; usage commercial soumis à consentement ; tableaux non reproductibles
JLR (Equifax)	Prix médians de toutes les ventes publiées au Registre foncier, après exclusion des ventes liées, reprises et montants inférieurs à 5 000 $; seuil de 30 transactions	Province, RMR, régions administratives ; mensuel ; date de l'acte	Rapport mensuel gratuit, citation « Source : JLR.ca » ; données détaillées par abonnement
Teranet–Banque Nationale	Indice de prix par ventes répétées (juin 2005 = 100), désaisonnalisé	Onze RMR canadiennes dont Montréal et Québec ; mensuel	Rapport mensuel public ; données C11 téléchargeables
Statistique Canada, IPLN (18-10-0205-01)	Prix de vente des logements neufs des constructeurs, à qualité constante, maison et terrain séparés (déc. 2016 = 100)	Provinces et RMR dont Montréal, Québec, Ottawa-Gatineau (partie QC), Sherbrooke, Trois-Rivières ; mensuel	Licence ouverte
SCHL, Enquête sur les logements locatifs	Taux d'inoccupation, loyers moyens, univers, variation « même échantillon », rotation, par taille de logement et d'immeuble, zone	Centres de 10 000 habitants et plus ; immeubles d'initiative privée de 3 logements et plus ; octobre, publié en décembre	Chiffres citables avec attribution ; fichiers non redistribuables
Rôle d'évaluation foncière (MAMH, données ouvertes)	Valeur réelle de chaque unité à la date de référence du rôle (terrain, bâtiment), superficies, âge, nombre de logements	Toutes les municipalités ; triennal, date de référence au 1er juillet du 2e exercice précédent	CC BY 4.0 ; interdiction de réidentifier

Source : synthèse de l'auteur d'après Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026f), JLR (2026a), King (2026), Statistique Canada (2026d), Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025a) et Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (2026a), consultés le 31 octobre 2026.

confondu avec l'indice des prix de la construction de bâtiments (IPCB), qui mesure un coût et que le chapitre 21 utilise ; l'un est un prix de marché, l'autre un coût de production, et leur écart est précisément ce que l'évaluateur appelle l'incitatif ou, selon le cycle, la prime de rareté. Du côté des loyers, l'**Enquête sur les logements locatifs** (ELL) de la SCHL, conduite chaque octobre et publiée en décembre, est la source officielle ; sa méthodologie est détaillée plus bas, parce qu'elle conditionne l'usage que l'on peut faire de ses chiffres.

4.3.2 Les prix des logements neufs : une décennie de divergence régionale

La figure 4.3 trace l'IPLN total de cinq RMR québécoises et du Canada de janvier 2010 à septembre 2026. Trois enseignements s'en dégagent. Le premier est la divergence régionale : jusqu'en 2016, les cinq RMR évoluent presque de concert ; à partir de 2020, Montréal décroche vers le haut, Québec suit avec retard, tandis que Gatineau, Sherbrooke et Trois-Rivières progressent beaucoup moins. En septembre 2026, l'indice atteint 159,5 à Montréal, soit une hausse de 59,5 % depuis décembre 2016, 144,2 à Québec (44,2 %), 119,4 à Trois-Rivières, 116,6 dans la partie québécoise de Gatineau et 112,1 à Sherbrooke, contre 120,2 pour le Canada (Statistique Canada 2026d). Le deuxième enseignement est la concentration de la hausse dans l'épisode pandémique : entre janvier 2020 et décembre 2022, l'indice montréalais a gagné 35,6 %, celui de Québec 25,0 %, celui de la province 30,2 %, alors que Gatineau ne gagnait que 9,2 % et Sherbrooke 7,3 %. Le troisième est la désynchronisation récente entre le Québec et le reste du pays : l'indice canadien culmine en août 2022 à 126,1 et recule depuis, de 2,0 % sur les douze mois se terminant en septembre 2026, tandis que les indices de Montréal et de Québec atteignent leur sommet historique en 2026, avec des hausses annuelles de 1,2 % et 1,9 %.

La décomposition entre maison et terrain, propre à l'IPLN, éclaire la nature de la hausse. À Montréal, la composante maison est passée de 100 à 169,9 depuis décembre 2016 et la composante terrain à 132,6 ; pour l'ensemble de la province, 158,3 et 128,0. Le prix du bâtiment neuf a donc progressé près de deux fois plus vite que celui du terrain sur la période, ce qui est cohérent avec la poussée des coûts de construction mesurée par l'IPCB au chapitre 21 et avec le relâchement de la demande foncière dans les couronnes après 2022. L'évaluateur qui applique la méthode du coût à une maison récente de la région de Montréal y trouve une confirmation indépendante que la part du terrain dans la valeur a reculé pendant cette période, contrairement à l'intuition courante selon laquelle « c'est le terrain qui monte ».

4.3.3 L'offre nouvelle : les mises en chantier

Les prix décrits par l'IPLN sont ceux d'une offre nouvelle dont le volume et la composition ont profondément changé en vingt-cinq ans. Le tableau 4.4 présente les mises en chantier annuelles au Québec, toutes régions confondues, par type de logement, d'après le relevé de la SCHL diffusé par Statistique Canada (Statistique Canada 2026f). Deux mouvements s'y lisent. Le premier est le niveau : de 24 695 logements en 2000, année creuse, la construction résidentielle monte à près de 51 000 en 2005 et se maintient autour de 44 000 par année en moyenne de 2000 à 2019, puis bondit à 67 810 en 2021, niveau inégalé depuis 1987, retombe à 38 912 en 2023 sous l'effet de la hausse des taux et remonte à 59 864 en 2025 ; la moyenne de 2020-2025, 54 400 logements par année, dépasse de près du quart celle des deux décennies précédentes, ce qui explique pour une bonne part la détente du marché locatif observée en 2025. Le second mouvement est la composition : la maison individuelle représentait 62 %

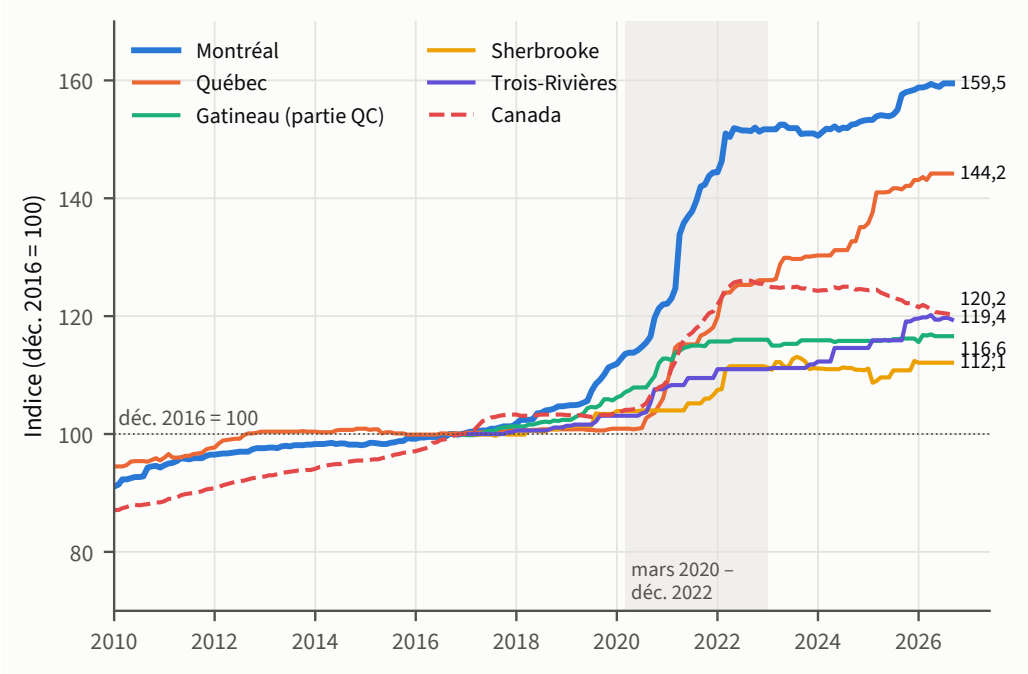


FIGURE 4.3. Indice des prix des logements neufs, total maison et terrain (déc. 2016 = 100), janvier 2010 à septembre 2026. Les cinq RMR québécoises couvertes par l'indice évoluent de concert jusqu'en 2016, puis divergent fortement : Montréal et Québec poursuivent leur hausse jusqu'en 2026, Gatineau, Sherbrooke et Trois-Rivières plafonnent, et l'indice canadien recule depuis son sommet d'août 2022. La bande grisée marque l'épisode pandémique.

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0205-01 (vecteurs v111955484, v111955475, v111955487, v111955478, v111955481, v111955442), diffusé le 22 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026, licence ouverte ; fichier brut `data/raw/statcan_18100205/18100205.csv` ; script `analysis/python/figures/ch04_ipln.py`.

Tableau 4.4. Logements mis en chantier au Québec, toutes les régions, par type, années choisies (unités) et part des appartements et autres logements collectifs.

Année	Total	Individuelles	Jumelées	En bande	Appartements	Part app. (%)
2 000	24 695	15 349	1 291	858	7 197	29,1
2 005	50 910	23 930	2 678	1 074	23 228	45,6
2 010	51 363	19 549	4 359	2 029	25 426	49,5
2 015	37 926	9 698	2 650	1 245	24 333	64,2
2 019	47 967	8 989	2 966	1 787	34 225	71,3
2 021	67 810	14 826	4 175	2 090	46 719	68,9
2 023	38 912	8 601	1 720	622	27 969	71,9
2 024	48 713	8 558	2 000	841	37 314	76,6
2 025	59 864	8 477	2 181	1 535	47 671	79,6

Source : Statistique Canada, tableau 34-10-0135-01 (SCHL, logements mis en chantier, toutes les régions, trimestriel non désaisonnalisé), sommes annuelles des quatre trimestres calculées par `analysis/python/cases/ch04_marches.py` (`mises_en_chantier`), licence ouverte, consulté le 31 octobre 2026. « Appartements » : catégorie « appartements et autres logements » de la SCHL.

des mises en chantier en 2000 (15 349 unités) et n'en représente plus que 14 % en 2025 (8 477 unités), tandis que la part des appartements et autres logements collectifs passe de 29,1 % à 79,6 %. L'offre nouvelle québécoise est devenue, pour l'essentiel, une offre d'appartements, locatifs ou en copropriété, et la maison individuelle neuve est devenue un bien rare dont le prix, mesuré par l'IPLN, reflète cette rareté autant que les coûts. Le chapitre 3 a exposé la mécanique stock-flux qui relie ces mises en chantier aux prix et à l'inoccupation ; le chapitre 41 en tire les conséquences pour l'analyse des terrains.

4.3.4 Le marché locatif selon la SCHL : lire correctement l'Enquête

L'Enquête sur les logements locatifs porte sur les appartements d'initiative privée situés dans des immeubles d'au moins trois logements, dans les centres de 10 000 habitants et plus ; elle exclut donc les duplex, les logements loués dans des maisons, les copropriétés offertes en location, qui font l'objet d'une enquête distincte, et les logements sociaux. Elle est menée en octobre, à un moment où le marché locatif québécois est au creux de son cycle saisonnier, trois mois après la vague des déménagements du 1er juillet.

Définition 4.1 : Taux d'inoccupation (SCHL)

Le **taux d'inoccupation** publié par la SCHL est la proportion des logements de l'univers enquêté (appartements d'initiative privée dans les immeubles d'au moins trois logements, centres de 10 000 habitants et plus) qui sont physiquement inoccupés et offerts en location le jour de l'enquête, en octobre. Il ne mesure ni la vacance économique d'un immeuble, qui inclut les loyers impayés et les périodes vacantes entre deux baux (chapitre 27), ni le taux de disponibilité, qui ajoute les logements dont le locataire a donné son avis de départ.

La SCHL publie deux mesures de l'évolution des loyers qu'il ne faut jamais confondre. La

variation brute compare le loyer moyen de l'année à celui de l'année précédente :

$$\Delta^{\text{brut}} = \frac{\bar{L}_t}{\bar{L}_{t-1}} - 1, \tag{4.4}$$

où $\bar{L}_t$ est le loyer moyen de tous les logements enquêtés en t. La **variation estimative sur logements comparables**, dite « même échantillon », compare les loyers des mêmes logements d'une année à l'autre :

$$\Delta^{\text{même}} = \frac{\sum_{j \in \mathcal{S}} L_{j,t}}{\sum_{j \in \mathcal{S}} L_{j,t-1}} - 1, \tag{4.5}$$

où $\mathcal{S}$ est l'ensemble des logements présents dans l'enquête aux deux dates. La première mesure mêle la hausse des loyers et le changement de composition de l'univers, puisque les logements neufs, plus chers, y entrent chaque année et que les immeubles démolis ou convertis en sortent ; la seconde isole la hausse à composition constante. Pour la RMR de Montréal, le loyer moyen des logements de deux chambres est passé de 1 176 $ en octobre 2024 à 1 346 $ en octobre 2025, soit une variation brute de 14,5 %, alors que la variation sur logements comparables n'est que de 7,2 % (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) : la moitié de la hausse apparente tient à l'entrée de logements neufs dans l'univers. L'effet de composition joue dans les deux sens : à Sherbrooke, la variation brute des loyers de deux chambres (6,0 %) est inférieure à la variation sur logements comparables (9,8 %). C'est la seconde mesure qui renseigne sur ce qu'un propriétaire a pu obtenir de ses locataires existants et sur la croissance g des revenus dans un modèle de flux actualisés (chapitre 30) ; la première renseigne sur le niveau de loyer d'un immeuble neuf par rapport au parc existant.

La figure 4.4 résume la situation d'octobre 2025. Le taux d'inoccupation de l'ensemble des logements s'établissait à 2,9 % dans la RMR de Montréal (2,1 % un an plus tôt), 2,4 % à Québec (0,9 %), 3,8 % dans la partie québécoise de Gatineau (1,9 %), 2,7 % à Sherbrooke (1,4 %) et à Trois-Rivières (0,9 %), et 1,3 % à Saguenay (1,6 %) (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). La détente est générale et rapide, après plusieurs années de taux historiquement bas ; elle s'explique par les livraisons de logements neufs de 2023-2025 et par le ralentissement démographique, et elle s'accompagne d'une hausse des loyers sur logements comparables qui reste vive, de 4,5 % à Gatineau à 12,5 % à Saguenay pour l'ensemble des logements. Le seuil de 3 % a une portée juridique précise au Québec : la Loi 65, qui suspend les évictions pour subdivision, agrandissement ou changement d'affectation jusqu'au 6 juin 2027, prévoit à son article 11 une fin anticipée du moratoire si le taux d'inoccupation des centres de 10 000 habitants et plus mesuré par la SCHL atteint 3 % (Québec 2024a) ; à la date de rédaction, aucun avis de fin anticipée n'avait été publié.

4.3.5 Les indicateurs de conjoncture

Trois indicateurs simples, calculables à partir des chiffres publiés, résument l'état d'un marché de la revente. Les **mois d'inventaire** rapportent le stock d'inscriptions en vigueur au rythme des ventes :

$$M = \frac{I}{V_{\text{trim}}/3}, \tag{4.6}$$

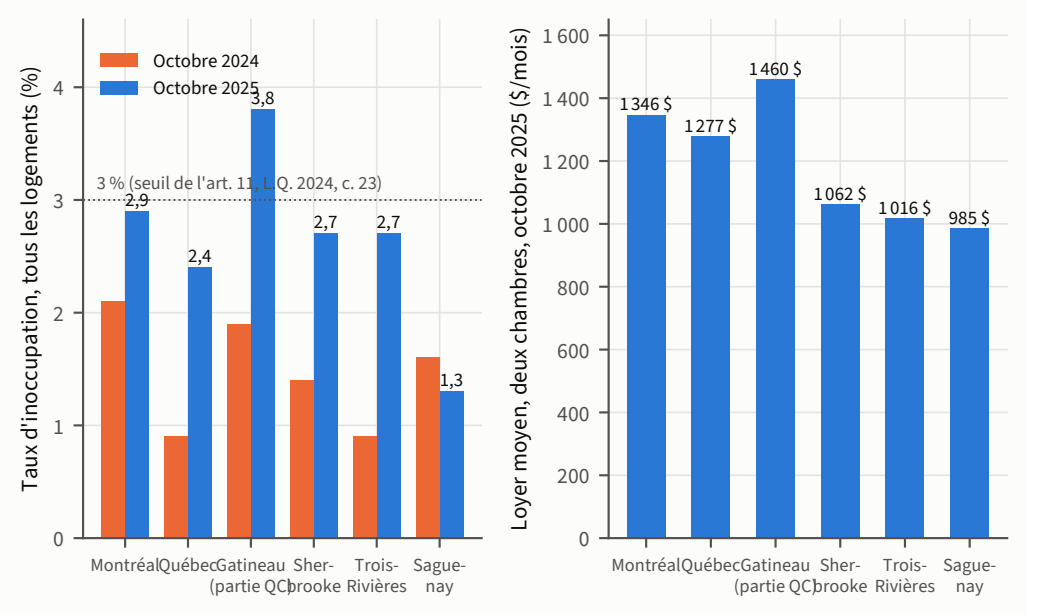


FIGURE 4.4. Marché locatif des six RMR, appartements d'initiative privée de trois logements et plus. À gauche, taux d'inoccupation de l'ensemble des logements en octobre 2024 et en octobre 2025 : la détente est générale sauf à Saguenay, et Gatineau franchit le seuil de 3 %. À droite, loyer moyen des logements de deux chambres en octobre 2025 : Gatineau est la RMR la plus chère, devant Montréal et Québec ; les trois villes moyennes se situent autour de 1 000 $.

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025 (Rapport sur le marché locatif publié le 11 décembre 2025), tableaux 1.1.1 et 1.1.2 des tableaux de données par centre, consultés le 31 octobre 2026 ; chiffres cités avec attribution conformément aux conditions d'utilisation de la SCHL ; script `analysis/python/figures/ch04_schl.py`.

où I est le nombre d'inscriptions en vigueur à la fin du trimestre et V_{trim} le nombre de ventes du trimestre ; M est le nombre de mois qu'il faudrait pour écouler le stock au rythme courant. Au troisième trimestre de 2026, il valait 6,1 mois pour la province, 6,6 pour Montréal, 3,1 pour Québec, 6,5 pour Gatineau, 4,3 pour Sherbrooke, 3,6 pour Trois-Rivières et 4,0 pour Saguenay, d'après les ventes et inscriptions publiées par l'APCIQ (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e). La pratique nord-américaine qualifie de favorable aux vendeurs un marché sous quatre mois environ, d'équilibré un marché de quatre à six mois et de favorable aux acheteurs un marché au-delà ; ces bornes sont des usages, non des normes, et elles dépendent du segment. Elles disent néanmoins que, fin 2026, les marchés de Montréal et de Gatineau sont revenus à l'équilibre ou l'ont dépassé, alors que Québec et Trois-Rivières restent tendus, ce que confirment les délais de vente médians de l'unifamiliale, 40 jours à Montréal, 34 à Gatineau et 29 à Québec. Le **délai de vente**, second indicateur, est la durée médiane entre l'inscription et la promesse d'achat acceptée ; il croît avec les mois d'inventaire et il entre dans la définition de la valeur marchande par la condition d'une « mise en vente d'une durée suffisante » (chapitre 2).

Le troisième indicateur relie le marché de la propriété à celui de la location. Le **ratio prix sur loyer annuel** et son inverse, le rendement locatif brut, s'écrivent

$$\frac{P}{12\,L} \qquad \text{et} \qquad y = \frac{12\,L}{P}, \tag{4.7}$$

où P est le prix d'un logement et L son loyer mensuel de marché. Pour un immeuble de revenu, le même rapport est le multiplicateur du revenu brut (MRB), que le chapitre 29 relie au taux de capitalisation. En l'absence de prix et de loyers appariés, on peut en construire un ordre de grandeur à partir des séries publiques : le prix médian d'un plex de deux à cinq logements dans la RMR de Montréal au troisième trimestre de 2026, 860 500 $, rapporté au revenu annuel de trois logements loués au loyer moyen des deux chambres d'octobre 2025, 1 346 $, donne un MRB implicite de 17,8 ; le même calcul donne 13,1 à Québec, 11,8 à Gatineau, 14,2 à Sherbrooke, 11,5 à Trois-Rivières et 10,5 à Saguenay. Ces chiffres sont des illustrations, non des mesures : le plex médian n'a pas trois logements de deux chambres loués au loyer moyen du parc, et ses loyers en place sont souvent inférieurs au marché. Mais leur dispersion est instructive : à Montréal, l'acheteur d'un plex paie près de dix-huit années de loyers bruts, ce que seul un propriétaire occupant, ou un investisseur qui anticipe une hausse des loyers et de la valeur, peut justifier ; à Saguenay ou à Trois-Rivières, le même immeuble se paie dix à onze années de loyers et se finance presque par ses revenus. C'est la première raison pour laquelle le chapitre 32 refuse d'appliquer un MRB montréalais à un plex de région.

4.4 Exemple intégral : la fiche de marché de deux RMR

Exemple 4.1 : Fiche de marché comparée, RMR de Montréal et RMR de Québec, automne 2026

L'évaluateur qui ouvre un dossier doit situer le bien dans son marché avant de choisir ses comparables. L'exemple construit, à partir des seules sources publiques et pour la date d'évaluation du 31 octobre 2026, la fiche de marché de deux RMR, en suivant les six étapes que le chapitre 15 systématisera. Tous les chiffres sont reproduits par `analysis/python/cases/ch04_marches.py` à partir

des fichiers bruts de `data/raw` et des valeurs citées de l'APCIQ consignées dans `data/synthetic/calibration.json`.
Étape 1 : demande structurelle. Population au 1er juillet 2025 de 4 597 837 à Montréal et 903 607 à Québec ; croissance annuelle composée 2020-2025 de 1,08 % et 1,46 % par l'équation (4.3) ; croissance 2024-2025 ralentie à 0,55 % et 1,00 %. Part des ménages locataires en 2021 : 45,6 % et 41,7 %. Projection ISQ 2025-2051 : −3 % et +16 %. La demande de fond est donc plus dynamique à Québec, malgré une taille cinq fois moindre.
Étape 2 : prix et volumes. Médianes du troisième trimestre de 2026 : unifamiliale 645 500 $ (Montréal) et 463 500 $ (Québec) ; copropriété 435 000 $ et 334 900 $; plex 860 500 $ et 600 000 $. Les rapports plex sur unifamiliale, 1,33 et 1,29, et copropriété sur unifamiliale, 0,67 et 0,72, sont du même ordre dans les deux RMR, ce qui suggère une hiérarchie des segments comparable malgré un niveau de prix de 28 % inférieur à Québec pour l'unifamiliale. Ventes trimestrielles : 9 265 (−12 %) et 2 161 (−1 %).
Étape 3 : conjoncture de la revente. Mois d'inventaire par l'équation (4.6) : $20\,350/(9\,265/3) = 6{,}6$ mois à Montréal et $2\,204/(2\,161/3) = 3{,}1$ mois à Québec ; délais de vente médians de l'unifamiliale de 40 et 29 jours. Montréal est passée en marché équilibré, avec une offre en hausse de 17 % sur un an ; Québec reste en marché de vendeurs, même si l'offre y progresse de 27 %.
Étape 4 : tendance des prix. IPLN de septembre 2026 : 159,5 et 144,2, en hausse de 1,2 % et 1,9 % sur douze mois, tous deux à leur sommet. Teranet–Banque Nationale : +1,4 % et +7,7 % sur un an. Les deux sources concordent : la hausse ralentit à Montréal et reste soutenue à Québec.
Étape 5 : marché locatif. Inoccupation d'octobre 2025 : 2,9 % et 2,4 % ; loyer moyen des deux chambres 1 346 $ et 1 277 $; variation sur logements comparables de l'ensemble des logements 7,4 % et 6,4 %. MRB implicite d'un plex à trois logements : 17,8 et 13,1.
Étape 6 : lecture. À Montréal, un marché de la revente revenu à l'équilibre, des prix qui plafonnent et des loyers qui montent encore de 7 % réduisent le ratio prix sur loyer et rapprochent lentement le marché de ses fondamentaux ; l'évaluateur y resserre la fenêtre temporelle de ses comparables et accorde du poids à la tendance des inscriptions. À Québec, la tension persistante de la revente et la croissance démographique soutiennent des prix en hausse ; l'ajustement de conditions du marché y reste positif et doit être mesuré sur des ventes très récentes. Dans les deux cas, la détente du marché locatif annonce une normalisation de la vacance économique à prévoir dans les projections de revenus (chapitre 27).

4.5 Les particularités institutionnelles du marché québécois

Les institutions ne sont pas un décor : elles déterminent qui achète, à quelles conditions, et ce que la valeur rémunère. Six d'entre elles distinguent le marché québécois de celui des autres provinces et reviennent dans presque tous les chapitres de l'ouvrage.

4.5.1 Le plex

Définition 4.2 : Plex

Dans l'usage québécois, un **plex** est un immeuble résidentiel de deux à cinq logements, le plus souvent superposés et dotés chacun d'une entrée distincte (duplex, triplex, quadruplex, quintuplex). Le terme n'a pas de définition légale ; il correspond à la catégorie statistique « plex de 2 à 5 logements » de l'APCIQ et recoupe le seuil de la Loi sur le courtage immobilier, qui range dans le courtage résidentiel les immeubles « principalement résidentiels de moins de cinq logements » (Québec 2008, art. 23). Le Recensement répartit ses logements entre la catégorie « duplex » et celle des appartements dans un immeuble de moins de cinq étages.

L'escalier extérieur des plex montréalais en est devenu l'emblème, mais c'est leur économie qui intéresse l'évaluateur. Sa singularité économique tient à la coexistence de deux acheteurs : le propriétaire occupant, qui finance l'achat de son logement par le loyer des autres, et l'investisseur, qui achète un flux de revenus. Les règles du Code civil accentuent cette singularité. Le propriétaire d'un plex peut reprendre un logement pour s'y loger ou y loger un ascendant ou un descendant au premier degré (Québec 1991, art. 1957), ce qui n'est possible que pour une personne physique ; le propriétaire d'une part indivise ne peut reprendre aucun logement, sauf si l'unique autre indivisaire est son conjoint (Québec 1991, art. 1958), et une société ne le peut jamais. Un plex acheté par deux amis en indivision, ou par une société de gestion, vaut donc moins pour un acheteur qui voudrait l'occuper, et l'évaluateur doit savoir à quel acheteur il destine son indication. Le chapitre 32 développe l'évaluation de ces immeubles et le chapitre 46 en donne un cas complet.

4.5.2 La copropriété divise

La **copropriété divise** est régie par les articles 1038 et suivants du Code civil : chaque copropriétaire détient une partie privative et une quote-part des parties communes, exprimée par la valeur relative de sa fraction, et le syndicat administre l'immeuble (Québec 1991, art. 1038 et s.). Elle représentait, au troisième trimestre de 2026, 4 566 ventes sur 20 935 dans la province et 3 269 sur 9 265 dans la RMR de Montréal, soit un peu plus du tiers des ventes métropolitaines (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e ; Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026a). Deux réformes récentes modifient ce qu'un acheteur achète et, par conséquent, ce que l'évaluateur évalue. La Loi 16 de 2019 et ses règlements d'application imposent au syndicat une étude du fonds de prévoyance, un carnet d'entretien et une attestation sur l'état de la copropriété remise à l'acheteur (Québec 2019 ; Québec 2025a) ; un fonds de prévoyance insuffisant est désormais une information disponible, et son effet sur la valeur de la fraction est un ajustement à part entière (chapitre 42). La conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise, par ailleurs, exige l'autorisation du Tribunal administratif du logement et demeure interdite dans l'agglomération de Montréal sauf dérogation municipale (Québec 2020a, art. 51 à 54.13), ce qui ferme, pour l'essentiel du parc locatif montréalais, l'option de valeur que représente la vente à la pièce ; l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation d'un immeuble de six logements à Montréal ne peut donc pas supposer la conversion (chapitres 41 et 42).

4.5.3 Le 1er juillet

Nulle part ailleurs en Amérique du Nord la majorité des baux résidentiels ne se terminent le même jour. La tradition remonte au régime seigneurial, où le 1er mai marquait le début des contrats, baux compris ; une loi adoptée en 1973 a aboli la date légale de fin des baux et prolongé les baux en cours de deux mois, jusqu'au 30 juin 1974, pour éviter que les déménagements n'interrompent l'année scolaire, et le 1er juillet est devenu depuis le jour du déménagement par convention, sans qu'aucune disposition ne l'impose (Patterson 2024)[1]. Les conséquences pour l'évaluateur sont concrètes. Le marché locatif québécois est fortement saisonnier : la majorité des logements changent de locataire entre mai et juillet, et les loyers demandés en période de pointe ne sont pas ceux de l'automne. L'Enquête sur les logements locatifs, menée en octobre, mesure un creux saisonnier de la vacance ; un immeuble inspecté en mars présente un état locatif qui sera bouleversé quatre mois plus tard. La reconduction des baux obéit à un calendrier légal : pour un bail de douze mois, l'avis de modification doit parvenir au locataire au moins trois mois et au plus six mois avant l'échéance (Québec 1991, art. 1942), c'est-à-dire entre le 1er janvier et le 31 mars pour un bail finissant le 30 juin, et le locataire dispose d'un mois pour refuser (Québec 1991, art. 1945). L'évaluateur qui analyse un état locatif au printemps sait donc quels loyers ont déjà été fixés pour l'année suivante et lesquels sont encore incertains ; celui qui l'analyse en août dispose d'une année complète de loyers connus. La date d'évaluation n'est pas neutre.

4.5.4 L'encadrement des loyers

Le Québec ne pratique pas un contrôle des loyers au sens d'un plafond fixé par règlement ; il pratique un **encadrement** fondé sur le droit au maintien dans les lieux et sur la fixation judiciaire en cas de désaccord. Le locataire a droit au maintien dans les lieux et l'aliénation de l'immeuble ne permet pas au nouveau propriétaire de résilier le bail (Québec 1991, art. 1936 et 1937). Le bail se reconduit de plein droit (Québec 1991, art. 1941) ; le locateur peut proposer une hausse, le locataire peut la refuser tout en restant dans les lieux, et c'est alors au locateur de demander au Tribunal administratif du logement de fixer le loyer dans le mois suivant le refus (Québec 1991, art. 1947). Le Tribunal applique les critères du Règlement sur les critères de fixation de loyer, profondément remanié par le décret 1455-2025 entré en vigueur le 1er janvier 2026 : le pourcentage de base appliqué au loyer est désormais calculé à partir de la moyenne des trois dernières variations annuelles de l'indice des prix à la consommation du Québec, et s'y ajoutent la variation des taxes et des assurances, 5 % des dépenses d'immobilisation et les dépenses liées à un nouveau service (Québec 1985c ; Québec 2025b). Pour 2026, le pourcentage de base est de 3,1 % (Tribunal administratif du logement 2026c ; Tribunal administratif du logement 2026d). Trois dispositions complètent l'encadrement et pèsent sur la valeur. La section G du bail oblige le locateur à déclarer au nouveau locataire le loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédents, ce qui permet à celui-ci de demander la fixation (Québec 1991, art. 1896). Les immeubles neufs sont soustraits à la fixation pendant les cinq années qui suivent leur mise en service, à condition que le bail le mentionne et, depuis le 21 février 2024, qu'il indique le loyer maximal exigible pendant ces cinq années (Québec 1991, art. 1955). Enfin, la Loi 65 interdit jusqu'au 6 juin 2027 toute éviction pour subdivision, agrandissement ou changement d'affectation (Québec 2024a, art. 1), et la Loi

1. Le texte de la loi de 1973 n'a pas été consulté directement ; les faits historiques sont tirés de l'article de l'Encyclopédie canadienne cité.

31 a mis fin, depuis le 21 février 2024, à la cession de bail comme moyen de contourner le locateur : celui-ci peut refuser la cession sans motif sérieux, le bail étant alors résilié (Québec 1991, art. 1978.2). Le chapitre 34 détaille le fonctionnement du Tribunal et les scénarios de loyers qui en découlent. Ce qu'il faut retenir ici est économique : dans un marché où les loyers de marché progressent de 6 à 12 % par année alors que la fixation accorde 3 à 5 %, l'écart entre loyers en place et loyers de marché s'accumule, et la valeur d'un immeuble dépend autant de sa rotation prévisible, mesurée par la SCHL à 9,4 % par année dans la RMR de Montréal en 2025, que de ses loyers actuels.

4.5.5 Les droits sur les mutations immobilières

Toute municipalité perçoit, lors du transfert d'un immeuble, un droit sur les mutations immobilières, que l'usage appelle « taxe de bienvenue ». La Loi concernant les droits sur les mutations immobilières en fixe la base d'imposition, soit le plus élevé de la contrepartie fournie, de la contrepartie stipulée et de la valeur marchande de l'immeuble, cette dernière étant établie par la valeur au rôle multipliée par le facteur comparatif (Québec 1976, art. 1.1 et 2). Le barème légal est progressif par tranches, indexées chaque année selon l'indice des prix à la consommation du Québec (Québec 1976, art. 2.1) ; pour 2026, il est de 0,5 % jusqu'à 62 900 $, 1 % de 62 900 $ à 315 000 $ et 1,5 % au-delà (Gouvernement du Québec 2026g). Toute municipalité peut fixer un taux supérieur, plafonné à 3 %, sur la tranche de la base qui excède 500 000 $, et Montréal seule échappe à ce plafond (Québec 1976, art. 2). Formellement, pour un barème à K tranches de bornes $b_0 = 0 < b_1 < \cdots < b_{K-1}$ et de taux $\tau_1, \dots, \tau_K$, le droit sur une base B est

$$T(B) = \sum_{k=1}^{K} \tau_k \left[\min(B, b_k) - b_{k-1}\right]^{+}, \qquad b_K = +\infty, \tag{4.8}$$

et son **taux effectif** est $t(B) = T(B)/B$.

Proposition 4.1 : Taux effectif d'un droit progressif par tranches

Si les taux marginaux sont croissants, $\tau_1 \le \tau_2 \le \dots \le \tau_K$, le taux effectif $t(B) = T(B)/B$ est une fonction continue et non décroissante de la base, et il vérifie $\tau_1 \le t(B) < \tau_K$ pour tout $B > 0$, avec $t(B) \to \tau_K$ lorsque $B \to \infty$.

Démonstration. T est continue et affine par morceaux, de pente τ_k sur la tranche k ; t est donc continue sur $]0, \infty[$. Sur la tranche k, $T(B) = C_{k-1} + \tau_k(B - b_{k-1})$ avec $C_{k-1} = T(b_{k-1})$, et $t'(B) = [\tau_k B - T(B)]/B^2 = [\tau_k b_{k-1} - C_{k-1}]/B^2$. Or $C_{k-1} = \sum_{j<k} \tau_j (b_j - b_{j-1}) \le \tau_k b_{k-1}$ puisque chaque $\tau_j \le \tau_k$; donc $t'(B) \ge 0$. Comme $t(B) = \tau_1$ sur la première tranche et que t est non décroissante, $t(B) \ge \tau_1$. Enfin, sur la dernière tranche, $t(B) = \tau_K - [\tau_K b_{K-1} - C_{K-1}]/B$, où le crochet est strictement positif dès qu'un taux inférieur à τ_K s'applique à une tranche non vide ; $t(B) < \tau_K$ et $t(B) \to \tau_K$. □

Le tableau 4.5 compare les barèmes 2026 de la province, de Montréal, de Gatineau et de Québec pour quatre bases d'imposition, et la figure 4.5 trace les taux effectifs.

Pour une maison vendue au prix médian provincial de 500 000 $, le droit est le même partout, 5 611 $, soit 1,12 % du prix. Pour un plex de 860 500 $ dans la RMR de Montréal, il atteint 12 559 $ en ville de Montréal (1,46 %), mais 16 426 $ s'il était situé à Gatineau (1,91 %).

Tableau 4.5. Droits sur les mutations immobilières 2026 selon le barème et la base d'imposition : droit en dollars et taux effectif.

	500 000 $		645 500 $		860 500 $		1 500 000 $	
Barème	$	%	$	%	$	%	$	%
Province (barème légal)	5 611	1,12	7 793	1,21	11 018	1,28	20 611	1,37
Montréal (7 tranches, max. 4 %)	5 611	1,12	8 259	1,28	12 559	1,46	27 326	1,82
Gatineau (3 % au-delà de 500 000 $)	5 611	1,12	9 976	1,55	16 426	1,91	35 611	2,37
Québec (2,5 %, puis 3 % au-delà de 750 000 $)	5 611	1,12	9 248	1,43	15 176	1,76	34 361	2,29

Source : barème légal : Québec (1976, art. 2) et Gouvernement du Québec (2026g) ; Montréal : Ville de Montréal (2026a) ; Gatineau, barème en vigueur depuis le 25 février 2026 : Ville de Gatineau (2026a) ; Ville de Québec : Ville de Québec (2026a) (page municipale, source secondaire pour les tranches légales). Consultés le 31 octobre 2026 ; calcul `analysis/python/cases/ch04_marches.py`, fonction `droits_mutation`. Les bases retenues sont les médianes APCIQ du T3 2026 (unifamiliale provinciale, unifamiliale et plex de la RMR de Montréal) et un montant rond.

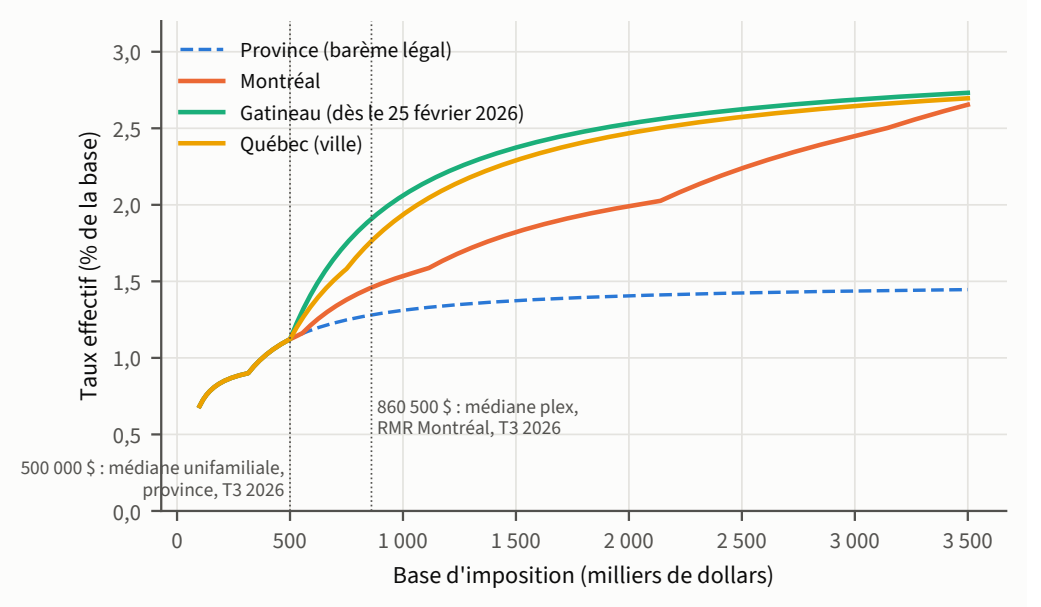


Figure 4.5. Taux effectif des droits sur les mutations immobilières selon la base d'imposition, barèmes 2026. Les quatre barèmes coïncident jusqu'à 500 000 $; au-delà, Gatineau et Québec appliquent le plafond municipal de 3 % dès 500 000 $ ou 750 000 $, tandis que Montréal, seule autorisée à dépasser ce plafond, étale sa progressivité jusqu'à 4 % au-delà de 3 113 000 $.

Source : calcul de l'auteur à partir des tranches publiées (voir le tableau 4.5) ; script `analysis/python/figures/ch04_mutations.py`.

Ces montants sont un coût de transaction à la charge de l'acheteur ; ils n'entrent pas dans le prix de vente et ne font pas partie de la valeur marchande, mais ils réduisent le prix qu'un acheteur contraint par sa mise de fonds peut offrir, et ils s'ajoutent aux honoraires de courtage, aux frais de notaire et aux frais de déménagement dans le coût total d'une transaction, qui dépasse couramment 5 % du prix pour un vendeur et 2 % pour un acheteur. Deux détails pratiques intéressent l'évaluateur. La base d'imposition peut être supérieure au prix lorsque la valeur au rôle, multipliée par le facteur comparatif, excède la contrepartie : un acheteur qui a négocié un prix inférieur à la valeur au rôle paie le droit sur celle-ci, ce qui arrive dans les marchés en baisse. Et le droit est dû à la date du transfert, c'est-à-dire de l'acte, avec une obligation de divulgation si l'acte n'est pas publié (Québec 1976, art. 6) ; les ventes dites « sous seing privé » n'y échappent pas.

4.5.6 Le rôle d'évaluation foncière

La dernière institution est celle qui produit la seule valeur publique attachée à chaque immeuble du Québec. La Loi sur la fiscalité municipale oblige chaque municipalité à tenir un rôle d'évaluation triennal qui indique la valeur réelle de chaque unité d'évaluation (Québec 1979b, art. 42 et 43), établie selon l'état de l'unité et les conditions du marché au 1er juillet du deuxième exercice précédant l'entrée en vigueur du rôle (Québec 1979b, art. 46). Les grandes villes ne sont pas synchronisées : le rôle 2025-2027 de Québec a pour date de référence le 1er juillet 2023 (Ville de Québec 2024), celui de Montréal (2026-2028) le 1er juillet 2024 (Ville de Montréal 2025b), et le rôle 2027-2029 de Gatineau, déposé le 27 octobre 2026, le 1er juillet 2025 (Ville de Gatineau 2026d). Il en résulte qu'à une même date, la valeur au rôle de deux maisons identiques situées dans deux villes voisines peut refléter des marchés distants de deux ans. Les variations moyennes à chaque dépôt donnent la mesure du mouvement des prix entre deux dates de référence : +9,8 % pour le résidentiel de l'agglomération de Montréal entre juillet 2021 et juillet 2024, dont +10,9 % pour les immeubles de six logements et plus (Ville de Montréal 2025b), et +9,06 % pour la médiane des unifamiliales de Gatineau entre juillet 2022 et juillet 2025 (Ville de Gatineau 2026d). La valeur au rôle n'est pas une valeur marchande à la date d'évaluation ; elle en est, dans l'ensemble du rôle, une proportion médiane mesurée et publiée, que le facteur comparatif corrige (Québec 1979b, art. 264). Le chapitre 9 consacre un chapitre entier à cette institution et à la contestation des valeurs ; le chapitre 13 explique comment les données ouvertes du rôle alimentent la constitution des bases de ventes.

Ce que l'évaluateur vérifie avant d'analyser un marché québécois

Dates. Date de la promesse d'achat (APCIQ) ou de l'acte (JLR, registre foncier) ; date de référence du rôle en vigueur (art. 46 LFM) ; mois de l'Enquête sur les logements locatifs (octobre) ; position de la date d'évaluation par rapport au cycle du 1er juillet et au calendrier des avis de modification de bail (art. 1942 C.c.Q.).
Périmètres. Ventes par courtier (Centris) ou toutes ventes (registre foncier) ; immeubles de trois logements et plus (SCHL) ou tout le parc locatif ; RMR, agglomération, ville ou secteur ; catégorie « plex » de l'APCIQ (2 à 5 logements) et catégories du Recensement (duplex ; moins de cinq étages).

Régimes. Pleine propriété, copropriété divise (art. 1038 C.c.Q.), indivision (art. 1958) ; immeuble neuf soustrait à la fixation (art. 1955) ; logements à loyer modique et conventionnés (art. 45.1 LFM) ; conversion interdite ou autorisée (Loi sur le TAL, art. 51 à 54.13) ; moratoire de la Loi 65 jusqu'au 6 juin 2027.
Coûts de transaction. Barème municipal des droits de mutation et facteur comparatif de l'année ; part des ventes avec incitatifs du promoteur ; frais de copropriété et état du fonds de prévoyance.
Sources consultées le 31 octobre 2026 : Québec (1991), Québec (1979b), Québec (1976), Québec (2020a) et Québec (2024a).

4.6 Les acteurs du marché

Le marché résidentiel est animé par des professions réglementées, des institutions financières et des organismes publics dont les rôles sont fixés par la loi. Le tableau 4.6 les présente avec leur cadre juridique et les données qu'ils produisent ou détiennent. Quelques précisions s'imposent sur ceux dont l'évaluateur dépend le plus.

Les **courtiers immobiliers** sont régis par la Loi sur le courtage immobilier et encadrés par l'Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec (OACIQ), qui élabore les formulaires obligatoires, approuvés par le ministre (Québec 2008, art. 129.1). La déclaration du vendeur, obligatoire depuis 2012 pour la vente d'un immeuble résidentiel de moins de cinq logements par une personne physique, recueille notamment les loyers annuels, les avis de modification de bail reçus et les dossiers pendants devant le Tribunal administratif du logement (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a) ; c'est, pour l'évaluateur, l'une des rares sources documentaires sur l'état locatif réel d'un plex au moment de sa vente. La loi dispense expressément l'évaluateur agréé de l'obligation de détenir un permis de courtage lorsqu'il agit dans l'exercice de ses fonctions (Québec 2008, art. 3). Les **évaluateurs agréés** sont membres de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec, qui comptait 1 188 membres au 31 mars 2025, dont 52 % en pratique privée et 20 % dans les municipalités (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2025) ; leurs obligations de pratique sont l'objet du chapitre 10. Les **notaires** reçoivent l'acte de vente et l'acte d'hypothèque, en assurent la publication au Registre foncier et perçoivent pour la municipalité les renseignements nécessaires aux droits de mutation ; le registre qu'ils alimentent est la source de JLR et des études de ventes de l'évaluateur (chapitre 13). Les **prêteurs hypothécaires**, banques à charte et caisses, financent l'essentiel des acquisitions ; leurs taux, déclarés à la Banque du Canada, s'établissaient en août 2026 à 4,12 % pour un prêt assuré à taux fixe de cinq ans et plus et à 4,58 % pour un prêt non assuré, contre un taux affiché de 6,19 % (Banque du Canada 2026b ; Banque du Canada 2026c), et leurs règles d'admissibilité, qui relèvent du BSIF et du ministère des Finances, sont traitées au chapitre 31. La **SCHL** joue un double rôle d'assureur hypothécaire et de producteur statistique ; le **Tribunal administratif du logement** tranche les litiges locatifs et fixe les loyers ; les **municipalités** tiennent le rôle, perçoivent les taxes et les droits de mutation, et régissent l'usage du sol (chapitres 8 et 9).

4.7 Le cycle 2000-2026

Tableau 4.6. Acteurs du marché résidentiel québécois, cadre juridique et données qu'ils produisent ou détiennent.

Acteur	Cadre	Données et rôle pour l'évaluateur
Courtiers et agences (OACIQ)	Loi sur le courtage immobilier (RLRQ, c. C-73.2) ; formulaires obligatoires	Inscriptions, historique de mise en marché, déclarations du vendeur, statistiques Centris (APCIQ)
Évaluateurs agréés (OEAQ)	Code des professions ; Normes de pratique professionnelle ; Code de déontologie	Rapports d'évaluation, études de marché, rôles municipaux ; 1 188 membres au 31 mars 2025
Notaires	Code civil (vente, hypothèque) ; Loi sur les bureaux de la publicité des droits	Actes publiés au Registre foncier ; prix, parties, charges, droits transmis
Prêteurs (banques, caisses) et assureurs hypothécaires (SCHL et privés)	Loi sur les banques ; lignes directrices du BSIF ; règles d'assurance prêt	Taux, ratios d'admissibilité, exigences d'évaluation ; déclarations de taux à la Banque du Canada
Tribunal administratif du logement	Loi sur le TAL (RLRQ, c. T-15.01) ; Règlement sur les critères de fixation	Fixation des loyers, autorisations de conversion, décisions sur les évictions et reprises
Municipalités et évaluateurs municipaux	Loi sur la fiscalité municipale ; Loi sur l'aménagement et l'urbanisme ; Loi sur les droits sur les mutations	Rôle triennal (données ouvertes), taxes, droits de mutation, zonage, permis
Organismes statistiques (Statistique Canada, ISQ, SCHL)	Loi sur la statistique ; mandats publics	Recensement, estimations de population, IPLN, IPC, mises en chantier, Enquête sur les logements locatifs, perspectives
Producteurs privés (APCIQ, JLR, Teranet–BNC, CBRE, Altus)	Conditions d'utilisation contractuelles	Médianes, indices, taux de capitalisation, coûts ; citation avec attribution, pas de reproduction

Source : synthèse de l'auteur d'après Québec (2008), Québec (1973a), Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2025), Québec (2020a), Québec (1979b), Québec (1976) et Gouvernement du Québec (2026h), consultés le 31 octobre 2026.

4.7.1 Taux d'intérêt et prix : quatre phases

Le chapitre 3 a établi que le prix d'un logement dépend du coût d'usage, donc du taux d'intérêt, et que l'offre réagit avec retard. Le marché québécois des vingt-cinq dernières années en offre une illustration en quatre phases, que la figure 4.6 permet de suivre à travers le taux hypothécaire affiché de cinq ans, le rendement de l'obligation du Canada de cinq ans et, à partir de 2009, le taux directeur (Banque du Canada 2026c). La première phase, de 2000 à 2008, est celle d'une baisse graduelle des taux : le taux hypothécaire affiché de cinq ans, qui culminait à 8,75 % en mai 2000, oscille entre 6 et 7 % jusqu'à la crise financière ; les prix des logements neufs progressent régulièrement, l'IPLN de Montréal gagnant 76,1 % entre janvier 2000 et décembre 2016, soit un rythme proche de 3,4 % par année. La deuxième phase, de 2009 à 2019, est celle des taux bas : le taux directeur est ramené à 0,25 % en avril 2009, le taux affiché de cinq ans touche un plancher de 4,64 % en avril 2015, et le marché québécois, contrairement à ceux de Toronto et de Vancouver, connaît une décennie de hausses modérées et de faible inoccupation ; c'est la période où les prix québécois paraissent « en retard » sur le reste du pays. La troisième phase est l'épisode pandémique : le taux directeur revient à 0,25 % en mars 2020, le taux affiché descend sous 5 %, et les prix s'envolent, l'IPLN de Montréal gagnant 35,6 % entre janvier 2020 et décembre 2022 pendant que l'IPCB de la maison individuelle progresse de 36 % (chapitre 21) ; le taux d'inoccupation de la RMR de Québec tombe sous 1 %. La quatrième phase s'ouvre en mars 2022 avec le resserrement monétaire le plus rapide depuis les années 1980 : dix hausses successives portent le taux directeur de 0,25 % à 5,00 % en juillet 2023, le taux affiché de cinq ans dépasse 7 % en 2023, les ventes s'effondrent et les prix plafonnent sans s'effondrer. L'assouplissement commence en juin 2024 et ramène le taux directeur à 2,25 % en octobre 2025 ; le 28 octobre 2026, la Banque du Canada le relève à 2,50 %, première hausse depuis juillet 2023, le rendement de l'obligation de cinq ans s'établissant à 3,58 % et celui de dix ans à 3,84 % le 29 octobre (Banque du Canada 2026a ; Banque du Canada 2026c).

Ce que ce cycle enseigne à l'évaluateur tient en trois points. D'abord, les prix québécois ont réagi aux taux avec les mêmes mécanismes qu'ailleurs mais avec une amplitude et un calendrier propres : la hausse de 2020-2022 a été plus forte à Montréal qu'au Canada, et la correction de 2022-2026 beaucoup plus faible, de sorte qu'en 2026 les indices québécois sont à leur sommet quand l'indice canadien est 4,7 % sous le sien. Ensuite, l'asymétrie entre la rapidité des hausses de prix et la lenteur des baisses, que Glaeser et Gyourko (2005) expliquent par la durabilité du logement, s'est vérifiée : les volumes se sont ajustés avant les prix, et les mois d'inventaire ont augmenté bien avant que les médianes ne fléchissent. Enfin, le lien entre taux et prix passe par la capacité de paiement des ménages, qui fait l'objet de l'analyse de sensibilité qui suit.

4.7.2 Analyse de sensibilité : le prix soutenable et le taux hypothécaire

Un ménage qui consacre un montant mensuel donné au remboursement de son hypothèque peut payer un prix d'autant plus élevé que le taux est bas. Pour un prêt de capital M, de taux nominal annuel i composé semestriellement selon la convention canadienne et d'amortissement n mois, le paiement mensuel est

$$p = M \, \frac{i_m}{1 - (1 + i_m)^{-n}}, \qquad i_m = \left(1 + \frac{i}{2}\right)^{1/6} - 1, \tag{4.9}$$

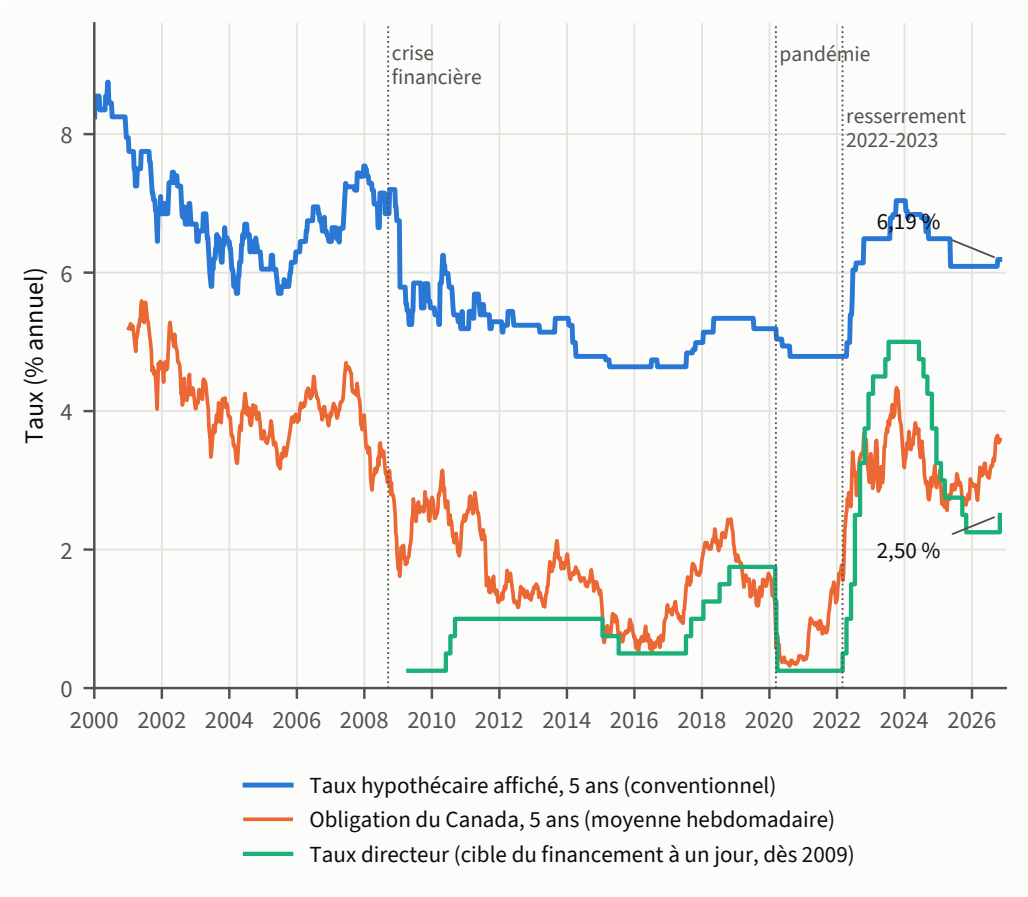


FIGURE 4.6. Taux d'intérêt canadiens, janvier 2000 à octobre 2026 : taux hypothécaire conventionnel de cinq ans affiché par les banques à charte, rendement de l'obligation du gouvernement du Canada de cinq ans (moyenne hebdomadaire) et cible du taux du financement à un jour (disponible à partir d'avril 2009 dans l'extraction). Les quatre phases du cycle, baisse graduelle, taux bas, pandémie et resserrement puis assouplissement, se lisent directement ; la hausse du 28 octobre 2026 est la première depuis juillet 2023.

Source : Banque du Canada, API Valet, séries V80691335, BD.CDN.5YR.DQ.YLD et V39079, extraites le 31 octobre 2026 (`data/raw/bdc_valet/`) ; reproduction à des fins éducatives conformément aux conditions d'utilisation de la Banque du Canada ; script `analysis/python/figures/ch04_taux.py`.

Tableau 4.7. Sensibilité du prix soutenable au taux hypothécaire : prêt amorti sur 25 ans, mise de fonds de 20 %, paiement constant de 2 130 $ par mois, soit le paiement d'un prix de 500 000 $ au taux de 4,12 %.

Taux nominal (%)	Paiement pour 500 000 $ ($/mois)	Prix soutenable ($)	Écart au prix de référence (%)
3,00	1 893	562 653	12,5
3,50	1 997	533 324	6,7
4,12	2 130	500 000	0,0
4,50	2 214	481 095	−3,8
5,00	2 326	457 824	−8,4
5,50	2 442	436 233	−12,7
6,19	2 605	408 931	−18,2
7,00	2 802	380 164	−24,0

Source : calcul `analysis/python/cases/ch04_marches.py` (fonctions `sensibilite_taux`, `prix_soutenable`) avec `traite.finance.Hypotheque`, composition semestrielle ; taux de référence : Banque du Canada, groupe A4 (fonds avancés, prêts assurés à taux fixe de 5 ans et plus, août 2026) ; taux affiché de 5 ans : série V80691335 au 28 octobre 2026.

et, pour une mise de fonds de proportion m, le **prix soutenable** à paiement constant p est

$$P^*(i) = \frac{1}{1-m}\, p\, \frac{1-(1+i_m)^{-n}}{i_m}. \tag{4.10}$$

Le tableau 4.7 applique ces formules au prix médian provincial de 500 000 $ du troisième trimestre de 2026, avec une mise de fonds de 20 %, un amortissement de 25 ans et, pour référence, le taux effectif moyen des prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus d'août 2026, 4,12 % (Banque du Canada 2026b). Le paiement de référence est de 2 130 $ par mois. À ce paiement, un taux de 3,00 % soutiendrait un prix de 562 653 $, soit 12,5 % de plus, tandis que le taux affiché de 6,19 %, qui est aussi, à peu de chose près, le taux auquel les emprunteurs ont dû se qualifier pendant le resserrement, ne soutient que 408 931 $, soit 18,2 % de moins ; à 7,00 %, le prix soutenable tombe à 380 164 $, en baisse de 24,0 %. La sensibilité du prix soutenable n'est pas constante : mesurée par point de pourcentage de taux, elle est plus forte aux taux bas, de −10,7 % par point entre 3 et 3,5 % contre −9,0 % par point entre 6,19 et 7 %, ce qui explique à la fois la violence de la hausse de 2020-2021 et la résistance relative des prix depuis 2023 : le passage de 5 à 6 % pèse moins, en proportion, que le passage de 2 à 3 %. L'élasticité au sens strict, $\partial \ln P^* / \partial \ln i$, croît en revanche avec le taux, de −0,33 à 3 % à −0,56 à 6 %, parce qu'un point de pourcentage représente une variation relative du taux d'autant plus petite que celui-ci est élevé ; l'exercice 4.6 fait calculer les deux mesures. Cette sensibilité est celle d'un acheteur contraint par son paiement ; elle ne dit pas ce que les prix feront, parce que l'offre, les revenus et les anticipations interviennent aussi, mais elle fixe l'ordre de grandeur de la pression qu'une variation de taux exerce sur le marché, et elle justifie que l'ajustement de conditions du marché du chapitre 17 soit mesuré sur des ventes postérieures à tout changement important des taux.

Erreurs fréquentes

- *Comparer des médianes de sources différentes comme si elles mesuraient la même chose.* La médiane Centris (ventes par courtier, date de la promesse) et la médiane JLR (toutes les ventes publiées, date de l'acte) diffèrent par construction ; un écart entre elles n'est ni une « correction » ni une erreur.
- *Lire une variation de médiane comme une variation de prix.* Une médiane bouge avec la composition des ventes ; seul un indice à qualité constante (Teranet, IPLN, modèle hédonique du chapitre 18) mesure la variation de prix.
- *Citer la variation brute des loyers SCHL comme la hausse des loyers.* La variation « même échantillon » est la seule qui mesure ce que les locataires en place ont payé de plus ; à Montréal en 2025, 14,5 % contre 7,2 %.
- *Confondre taux d'inoccupation SCHL et vacance économique.* Le premier est une mesure physique d'octobre sur les immeubles de trois logements et plus ; la seconde inclut les pertes de loyer et vaut pour l'immeuble évalué (chapitre 27).
- *Traiter la valeur au rôle comme une valeur marchande à la date d'évaluation.* Elle reflète le marché au 1er juillet du deuxième exercice précédant le rôle, soit jusqu'à trois ans et demi avant la fin du rôle.
- *Appliquer un multiplicateur ou un ratio prix-loyer montréalais à un immeuble de région, ou l'inverse.* Les MRB implicites vont du simple au double entre Saguenay et Montréal.
- *Ignorer le calendrier du 1er juillet.* Un état locatif de mars et un état locatif d'août ne contiennent pas la même information sur les loyers de l'année à venir.
- *Oublier que les droits de mutation dépendent de la municipalité et du facteur comparatif.* Un même prix supporte un droit de 12 559 $ à Montréal et de 16 426 $ à Gatineau pour un plex de 860 500 $.

Limites et mises en garde

- Les chiffres de l'APCIQ, de JLR, de Teranet, de CBRE et d'Altus sont des données d'industrie protégées par le droit d'auteur ; ils sont cités avec attribution et ne sont pas reproduits en séries. Les médianes Centris excluent les ventes sans courtier et ne corrigent pas la composition.
- Les données du Recensement datent de mai 2021 ; le prochain recensement (2026) n'était pas diffusé à la date de rédaction. Les effectifs sont soumis à l'arrondi aléatoire. L'extraction du tableau 98-10-0231-01 pour Ottawa-Gatineau porte sur l'ensemble de la RMR, parties québécoise et ontarienne confondues.
- L'Enquête sur les logements locatifs exclut les duplex, les logements dans des maisons et les copropriétés en location ; ses variations « même échantillon » sont des estimations assorties de lettres de qualité (a à d) que les tableaux cités portent et que le chapitre ne reproduit pas. Les chiffres de Gatineau pour l'ensemble des logements sont de qualité d.
- Le fichier Valet de la cible du taux du financement à un jour commence en avril 2009 dans l'extraction du dépôt ; la phase 2000-2008 est décrite par le taux hypothécaire affiché et le rendement obligataire.

- L'IPLN ne couvre pas Saguenay ; aucun indice de prix public n'existe pour les reventes hors des onze RMR de Teranet. Les comparaisons régionales de prix de revente reposent donc sur des médianes.
- Les barèmes municipaux des droits de mutation de Montréal, de Gatineau et de Québec sont tirés des pages municipales consultées le 31 octobre 2026 ; les règlements municipaux eux-mêmes n'ont pas été ouverts, et la page de la Ville de Québec est une source secondaire pour les tranches légales. Le barème de Gatineau a changé le 25 février 2026.
- Le MRB implicite et le prix soutenable sont des constructions pédagogiques qui combinent des sources et des dates différentes ; ils donnent des ordres de grandeur, non des mesures.
- L'origine historique du 1er juillet repose sur une source encyclopédique secondaire ; le texte de la loi de 1973 n'a pas été consulté.
- Les projections démographiques de l'ISQ sont un scénario de référence, révisé chaque année ; elles ne sont pas des prévisions de prix.

À retenir

- Le parc québécois se distingue par un taux de propriété de 59,9 % (Canada : 66,5 %) et par le poids des petits immeubles : duplex et appartements de moins de cinq étages logent 40,3 % des ménages ; l'indice de dissimilarité avec la structure canadienne est de 0,17.
- Six RMR regroupent 71,4 % de la population ; Montréal en représente la moitié et compte 45,6 % de ménages locataires. La croissance démographique ralentit depuis 2025 et les projections divergent selon les régions.
- Chaque source de prix et de loyers mesure un objet distinct : médianes Centris (ventes par courtier), médianes JLR (registre foncier), indice Teranet (ventes répétées), IPLN (neuf, qualité constante), Enquête SCHL (locatif privé de trois logements et plus, octobre), rôle (valeur réelle à la date de référence). On ne compare pas leurs chiffres entre eux.
- Les indicateurs de conjoncture se calculent à partir des chiffres publiés : mois d'inventaire, délai de vente, variation « même échantillon » des loyers, MRB implicite ; fin 2026, Montréal et Gatineau sont à l'équilibre, Québec et Trois-Rivières restent tendus, le marché locatif se détend partout sauf à Saguenay.
- Plex, copropriété divise, 1er juillet, encadrement des loyers, droits de mutation et cycle du rôle façonnent la demande et la valeur ; chacun renvoie à des articles précis du Code civil, de la Loi sur le TAL, de la LDMI et de la LFM.
- Le cycle 2000-2026 se lit en quatre phases commandées par les taux ; le prix soutenable à paiement constant varie de +12,5 % à −24 % entre 3 et 7 % de taux nominal, et l'élasticité est plus forte aux taux bas.

Exercices

Exercice 4.1 — Parts et taux de propriété ★

À partir du tableau 4.1, calculez la part des ménages québécois qui habitent un logement attenant ou en appartement (tous les types sauf la maison individuelle non attenante et le logement mobile), puis le taux de propriété de cet ensemble. Comparez au Canada et expliquez pourquoi le taux de propriété global du Québec est inférieur à celui du Canada alors que le taux de propriété des maisons individuelles y est supérieur.

Exercice 4.2 — Mois d'inventaire et délais ★

Au troisième trimestre de 2026, la RMR de Sherbrooke comptait 569 ventes et 825 inscriptions en vigueur, celle de Trois-Rivières 372 ventes et 447 inscriptions. Calculez les mois d'inventaire par l'équation (4.6) et qualifiez chaque marché. Si les inscriptions de Sherbrooke augmentaient de 30 % au trimestre suivant à ventes constantes, que deviendrait l'indicateur ?

Exercice 4.3 — Variation brute et variation sur logements comparables ★★

Dans une RMR, l'univers locatif compte 20 000 logements de deux chambres en octobre 2024 au loyer moyen de 1 000 $. En octobre 2025, 19 500 de ces logements sont toujours dans l'univers et leur loyer moyen a augmenté de 6 % ; 500 ont été retirés et 1 500 logements neufs sont entrés au loyer moyen de 1 700 $. Calculez le loyer moyen d'octobre 2025, la variation brute et la variation sur logements comparables. Laquelle utiliseriez-vous pour la croissance des revenus d'un immeuble de 1975 ? Pour le loyer d'un immeuble neuf ?

Exercice 4.4 — Droits sur les mutations ★★

Un triplex situé à Gatineau est vendu 620 000 $ le 15 mars 2026 ; sa valeur au rôle 2024-2026 est de 590 000 $ et le facteur comparatif de 2026 est 1,02. Déterminez la base d'imposition selon la LDMI, puis calculez le droit de mutation avec le barème de Gatineau en vigueur depuis le 25 février 2026 (tableau 4.5) et le taux effectif. Recommencez pour une vente à 560 000 $ et commentez le cas où la base n'est pas le prix.

Exercice 4.5 — Croissance démographique et horizon de projection ★★

La population de la RMR de Québec est passée de 840 396 habitants en 2020 à 903 607 en 2025. Calculez le TCAC par l'équation (4.3). Si ce rythme se maintenait, quelle serait la population en 2035 ? Comparez au scénario de référence de l'ISQ (+16 % de 2025 à 2051) en calculant le TCAC implicite de ce scénario, et discutez ce que l'écart implique pour un promoteur qui évalue un terrain destiné à un immeuble locatif livré en 2029.

Exercice 4.6 — Prix soutenable et taux ★★★

Dérivez l'équation (4.10) à partir de l'équation (4.9). Un ménage peut consacrer 2 400 $ par mois à son hypothèque et dispose d'une mise de fonds de 90 000 $. Calculez le prix maximal qu'il peut payer à 4,12 %, puis à 6,19 % (taux de qualification), sur 25 ans. Calculez numériquement, par différences finies de 10 points de base autour de 3 % puis de 6 %, la semi-élasticité $\partial \ln P^* / \partial i$ (variation relative du prix par point de pourcentage) et l'élasticité $\partial \ln P^* / \partial \ln i$. Montrez que la première décroît en valeur absolue avec le taux alors que la seconde croît, et expliquez pourquoi les deux affirmations ne se contredisent pas.

Exercice 4.7 — Lecture critique d'une fiche de marché ★★★

Pour la RMR de Gatineau, rassemblez à partir du tableau 4.2 et du texte les indicateurs suivants : TCAC 2020-2025, part des locataires (RMR d'Ottawa-Gatineau dans son ensemble), mois d'inventaire, délai de vente, variation annuelle de l'IPLN, taux d'inoccupation 2024 et 2025, variation des loyers sur logements comparables, MRB implicite. Rédigez une fiche de 250 mots sur le modèle de l'exemple intégral, en signalant pour chaque indicateur ce que sa source ne mesure pas, puis indiquez quelle fenêtre temporelle et quel ajustement de conditions du marché vous retiendriez pour des comparables d'unifamiliales vendues entre janvier et septembre 2026.

Pour aller plus loin

La littérature scientifique sur les marchés résidentiels québécois est d'abord l'œuvre de l'école de Québec. Thériault et Des Rosiers (2011) offrent la synthèse la plus complète des travaux de l'Université Laval sur l'accessibilité, la mobilité et les valeurs résidentielles dans les régions de Québec et de Montréal ; Des Rosiers et al. (2000) y ont montré comment les facteurs d'accès et de voisinage structurent les sous-marchés de la région de Québec, et Kestens et al. (2006) comment l'hétérogénéité des profils d'acheteurs segmente la demande, deux résultats qui préparent les chapitres 15 et 18. Sur Montréal, Dubé et al. (2013) exploitent dix-sept années de ventes sur la Rive-Sud pour mesurer l'effet du train de banlieue sur les valeurs, et Dubé et al. (2011) évaluent l'incidence économique d'un changement d'offre de transport collectif ; ces travaux illustrent l'usage des bases de ventes longues que le chapitre 13 décrit. La construction d'indices de prix métropolitains à partir des ventes répétées, dont l'indice Teranet est l'application canadienne, est due à Case et Shiller (1987) et fait l'objet du chapitre 35. Sur le contrôle et l'encadrement des loyers, Fallis et Smith (1985) et Smith (1988) ont analysé l'expérience ontarienne et ses effets sur les loyers non contrôlés et sur l'offre, un point de comparaison utile pour comprendre le régime québécois de fixation ; Diamond et al. (2019) en donnent l'analyse causale la plus citée sur données américaines, et Kholodilin (2024) une recension internationale récente. Pour l'asymétrie des cycles immobiliers et la lenteur des baisses de prix, Glaeser et Gyourko (2005) restent la référence, complétée par Case et Shiller (2003) sur le diagnostic des bulles. Les publications statistiques elles-mêmes se lisent comme des manuels : les notes méthodologiques de l'Enquête

sur les logements locatifs (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), de l'IPLN (Statistique Canada 2026d) et du rapport mensuel de JLR (JLR 2026a) disent précisément ce que chaque chiffre mesure, et les perspectives de la SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026e) fournissent les scénarios que l'évaluateur confronte à ses propres observations.

CHAPITRE 5

5

Économie urbaine et rente foncière

Deux maisons identiques, construites la même année par le même entrepreneur avec les mêmes matériaux, ne se vendent pas au même prix si l'une est à deux kilomètres du centre-ville et l'autre à trente. La différence ne vient pas du bâtiment, dont le coût est le même, mais du sol, dont la valeur dépend de ce que l'emplacement permet : accéder aux emplois, aux services et aux aménités en économisant du temps et de l'argent. L'économie urbaine donne à cette intuition une forme rigoureuse. Elle montre que la valeur du terrain est une *rente*, c'est-à-dire le prix d'un avantage de situation que personne ne peut produire, qu'elle se répartit dans l'espace selon des gradients prévisibles, et qu'elle absorbe, en se capitalisant, tout ce qui rend un emplacement plus ou moins désirable, des écoles aux inondations et des parcs aux taxes foncières. Le présent chapitre, dernier de la partie consacrée aux fondements économiques, reprend la théorie de la rente de Ricardo et de von Thünen, la formalise dans le modèle monocentrique d'Alonso, Muth et Mills, puis en tire ce qui compte pour l'évaluateur : la valeur du terrain comme résidu, la capitalisation des aménités et des taxes, le polycentrisme des agglomérations québécoises. L'exemple intégral mesure le gradient prix-distance dans le dossier de Gatineau (cas 1) et la rente interrégionale dans le portefeuille du cas 4 ; l'analyse de sensibilité porte sur la capitalisation d'un écart de taxe foncière, point de contact avec le chapitre 9.

Objectifs pédagogiques

- Définir la rente foncière et la distinguer du prix du terrain, de la valeur marchande et du coût du bâtiment.
- Dériver le gradient de rente de von Thünen et la condition d'équilibre spatial d'Alonso et Muth, puis en déduire les gradients de prix du logement, de rente du sol et de densité du modèle monocentrique.
- Expliquer pourquoi la valeur du terrain est un résidu à fort effet de levier, et relier cette propriété à la méthode du coût et à l'évaluation du terrain.
- Formaliser la capitalisation des aménités, des externalités et des taxes foncières dans les valeurs, et calculer l'effet d'un écart de taux de taxe selon le taux de capitalisation et le degré de capitalisation.
- Reconnaître les limites du modèle monocentrique dans des agglomérations polycen-

triques comme Montréal, Québec et Gatineau–Ottawa, et savoir mesurer l'accessibilité autrement que par la distance au centre.
- Estimer un gradient de prix selon la distance sur un jeu de ventes et interpréter correctement un coefficient de distance en présence d'indicatrices de secteur.

5.1 La rente différentielle : de Ricardo à von Thünen

5.1.1 La rente comme résidu

La théorie économique de la rente naît d'une question agricole. Ricardo (1817) observe que des terres de fertilité différente, cultivées avec les mêmes quantités de travail et de capital, produisent des récoltes différentes vendues au même prix. Si la terre la moins fertile mise en culture couvre tout juste ses coûts, la terre plus fertile dégage un surplus qui ne rémunère ni le travail ni le capital, puisque ceux-ci sont payés au même taux partout ; ce surplus revient au propriétaire du sol, et c'est la **rente différentielle**. Elle est *différentielle* parce qu'elle mesure l'écart de productivité avec la terre marginale, et elle est *résiduelle* parce qu'elle est ce qui reste du produit une fois payés tous les facteurs reproductibles. Pour une parcelle j de rendement y_j et pour un prix p du produit, lorsque la parcelle marginale a un rendement y_m et que les coûts de production par unité de surface sont c partout, la rente par unité de surface s'écrit

$$R_j = p\,y_j - c = p\,(y_j - y_m), \qquad \text{puisque} \quad p\,y_m = c \text{ à la marge.} \tag{5.1}$$

Deux propriétés de cette formule traversent tout le chapitre. D'abord, la rente est déterminée par le prix du produit et non l'inverse : « le blé n'est pas cher parce qu'une rente est payée, mais une rente est payée parce que le blé est cher », pour reprendre l'argument de Ricardo. Transposée au logement, cette proposition signifie que le prix des terrains résidentiels découle du prix que les ménages sont prêts à payer pour se loger à un endroit donné, et non le contraire ; l'évaluateur qui estime un terrain par la méthode résiduelle (chapitre 25) ne fait rien d'autre qu'appliquer la logique ricardienne. Ensuite, la rente est un résidu, c'est-à-dire la différence entre deux grandeurs, ce qui la rend beaucoup plus volatile que l'une ou l'autre : une variation modeste du prix du produit se traduit par une variation proportionnellement bien plus grande de la rente. La section 5.3 montre que cette propriété explique l'essentiel de la volatilité des prix immobiliers.

5.1.2 La rente de situation

Thünen (1826) déplace la source de la différence de la fertilité vers la distance. Dans son « État isolé », une ville unique achète les produits agricoles d'une plaine uniforme ; le producteur situé à la distance d du marché vend sa récolte Y (par unité de surface) au prix p, supporte un coût de production c par unité de produit et un coût de transport f par unité de produit et par kilomètre. La rente qu'il peut offrir pour le sol, après rémunération des autres facteurs, est

$$R(d) = Y\,(p - c) - Y\,f\,d = R_0 - t\,d, \qquad R_0 = Y\,(p-c), \;\; t = Y\,f, \tag{5.2}$$

une fonction linéaire décroissante de la distance, qui s'annule à la distance limite $d^* = (p-c)/f$ au-delà de laquelle la culture n'est plus rentable. La rente au centre R_0 est le surplus

brut de la culture ; la pente t est le coût de transport par kilomètre de la récolte d'une unité de surface. L'équation (5.2) est la plus simple des **courbes d'enchère** (en anglais *bid-rent curves*) : elle donne la rente maximale qu'un usage peut offrir pour un emplacement en restant tout juste rentable. Lorsque plusieurs cultures concourent pour le sol, chacune a sa courbe d'enchère, et le propriétaire loue au plus offrant : l'usage à forte rente centrale et à forte pente (produits périssables, lourds ou intensifs) occupe les anneaux proches, l'usage à faible pente les anneaux lointains. La rente de marché est l'*enveloppe supérieure* des courbes d'enchère, et les frontières entre usages sont les distances où deux courbes se croisent ; l'exercice 5.1 fait ce calcul pour deux cultures.

Définition 5.1 : Rente foncière, prix du terrain et valeur du terrain

La **rente foncière** est le flux annuel que le droit d'utiliser une parcelle permet de dégager, net de la rémunération de tous les facteurs reproductibles qui y sont employés ; elle est déterminée par la demande pour ce que l'emplacement permet de produire ou de consommer. Le *prix du terrain* est le montant observé lors d'une vente ; la *valeur du terrain* est l'estimation de la rente future capitalisée. Dans un marché en équilibre et sans anticipation de changement d'usage, la valeur d'un terrain dont la rente R croît au taux g et que le marché capitalise au taux i est

$$V_L = \frac{R}{i - g}, \qquad i > g. \tag{5.3}$$

L'équation (5.3) est la formule de Gordon appliquée au sol ; le chapitre 29 la retrouvera pour les immeubles de revenu sous la forme $V = RNE_1/R$. Son intérêt ici est d'établir un pont entre le flux (la rente, que l'économie urbaine explique) et le stock (la valeur, que l'évaluateur estime), et de rappeler que le prix d'un terrain dépend autant du taux auquel le marché capitalise les rentes que des rentes elles-mêmes. Un terrain dont la rente double parce qu'une station de transport collectif est annoncée, et un terrain dont le taux de capitalisation passe de 6 à 3 % parce que les taux d'intérêt chutent, voient leur valeur doubler l'un et l'autre, pour des raisons que l'évaluateur doit savoir distinguer.

5.2 Le modèle monocentrique d'Alonso, Muth et Mills

5.2.1 Les enchères foncières des ménages

Alonso (1964) transpose l'enchère de von Thünen aux ménages d'une ville dont tous les emplois sont regroupés en un centre unique, le quartier central des affaires. Un ménage de revenu y qui réside à la distance d supporte un coût de navettage annuel $T(d)$, croissant avec la distance, et consomme une quantité q de sol (ou de logement) au prix unitaire $p(d)$ ainsi qu'un bien composite z dont le prix sert d'unité :

$$z + p(d)\,q + T(d) = y. \tag{5.4}$$

La **courbe d'enchère** du ménage est le prix maximal p qu'il peut payer à la distance d tout en atteignant un niveau d'utilité donné $\bar{u}$; elle décroît avec la distance parce que le coût de transport croît. L'*équilibre spatial* exige que des ménages identiques atteignent la même

Tableau 5.1. Quatre lectures de la rente foncière et leur portée pour l'évaluation

Auteur	Source de la rente	Forme	Ce qu'en retient l'évaluateur
Ricardo (1817)	Différence de fertilité avec la terre marginale	Résidu : produit moins coûts des facteurs reproductibles	Le terrain vaut ce qui reste ; méthode résiduelle ; volatilité du résidu
von Thünen (1826)	Économie de transport par rapport à la parcelle la plus éloignée	Linéaire décroissante : $R_0 - t\,d$; enveloppe des usages	Gradient prix-distance ; zonage spontané par la rente ; frontières entre usages
Alonso (1964)	Arbitrage des ménages entre accessibilité et espace	Courbes d'enchère convexes ; équilibre spatial à utilité égale	Le gradient dépend du coût de déplacement et de la consommation de sol ; tri des ménages par revenu
Muth (1969), Mills (1967)	Production de logement avec sol et capital	Gradients de prix du logement, de rente du sol, de densité ; frontière où $r = r_a$	La rente du sol réagit plus que proportionnellement au prix du logement ; densité et hauteur comme réponses au prix du sol

Source : synthèse de l'auteur d'après Ricardo (1817), Thünen (1826), Alonso (1964), Muth (1969) et Mills (1967) et Duranton et Puga (2015).

utilité où qu'ils résident : sinon, ceux qui sont moins bien lotis déménageraient, ce qui ferait monter les prix là où l'utilité est plus élevée et les ferait baisser ailleurs jusqu'à l'égalisation. Cette condition, que Muth (1969) formule avec netteté, est le cœur du modèle.

Proposition 5.1 : Condition d'équilibre spatial (Alonso–Muth)

À l'équilibre spatial, le prix unitaire du logement décroît avec la distance au centre à un rythme égal au coût marginal de transport rapporté à la quantité de logement consommée :

$$\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}d} = -\frac{T'(d)}{q(d)}. \tag{5.5}$$

Démonstration. Le ménage choisit z, q et d pour maximiser $u(z, q)$ sous la contrainte (5.4). La condition du premier ordre par rapport à d est $-\lambda\,[p'(d)\,q + T'(d)] = 0$, où $\lambda > 0$ est l'utilité marginale du revenu ; d'où $p'(d)\,q = -T'(d)$. La même condition s'obtient en exigeant que l'utilité indirecte $v(p(d),\ y - T(d))$ soit constante en d : par l'identité de Roy, $\partial v/\partial p = -\lambda q$ et $\partial v/\partial y = \lambda$, de sorte que $\mathrm{d}v/\mathrm{d}d = -\lambda\,[q\,p'(d) + T'(d)] = 0$. □

L'interprétation est immédiate : en s'éloignant d'un kilomètre, le ménage économise $T'(d)$ dollars de transport par année et doit être exactement compensé par une baisse $-p'(d)\,q$ de sa dépense de logement ; s'il consomme davantage de logement, la baisse de prix unitaire nécessaire est moindre, et le gradient est plus plat. C'est pourquoi les gradients sont plus pentus là où les ménages se contentent de peu d'espace (centres denses) et plus plats dans les banlieues de grandes parcelles ; c'est aussi pourquoi le gradient d'une ville se stabilise lorsque le coût de la distance baisse, par exemple quand une autoroute ou un train de banlieue raccourcit le trajet.

5.2.2 Du prix du logement à la rente du sol

Pour aller plus loin, il faut préciser les préférences et la technique. Supposons, avec Muth (1969), que le coût de navettage soit proportionnel à la distance, $T(d) = t\,d$, et que les ménages consacrent une part constante β de leur revenu net de transport au logement, ce qui correspond à une utilité de Cobb-Douglas : $p(d)\,q(d) = \beta\,(y - t\,d)$. En substituant dans l'équation (5.5), $p'/p = -t/[\beta\,(y - t\,d)]$, équation différentielle dont la solution est

$$p(d) = p_0 \left(1 - \frac{t\,d}{y}\right)^{1/\beta}, \tag{5.6}$$

où p_0 est le prix au centre. Tant que le coût de transport reste petit devant le revenu, $\ln(1 - td/y) \approx -td/y$ et le prix suit un **gradient exponentiel** négatif,

$$p(d) \approx p_0\, e^{-\gamma d}, \qquad \gamma = \frac{t}{\beta\, y}, \tag{5.7}$$

dont la pente logarithmique γ est le rapport du coût annuel d'un kilomètre de distance à la dépense de logement d'un ménage résidant au centre. Cette forme exponentielle est celle que l'on estime en pratique par la régression de $\ln P$ sur la distance (section 5.6) ; l'équation (5.6) montre qu'elle n'est qu'une approximation, qui sous-estime la chute du prix aux grandes

distances. La *demi-distance* $\ln 2/\gamma$, distance qui divise le prix par deux, résume la pente d'un gradient de façon parlante.

Le prix du logement n'est pas encore la rente du sol. Dans le modèle de Muth (1969) et de Mills (1967), les promoteurs produisent du plancher de logement H en combinant du terrain L et du capital K selon une fonction de production à rendements constants, par exemple $H = A\,L^{\alpha}K^{1-\alpha}$, où α est la part du sol dans le coût de production. Le coût unitaire minimal de production est alors $c(r,\rho) = \kappa\, r^{\alpha}\rho^{1-\alpha}$, où r est la rente du sol, ρ le coût du capital et κ une constante ; la concurrence entre promoteurs impose un profit nul, $p(d) = c(r(d),\rho)$, d'où, le coût du capital étant le même partout,

$$\frac{r(d)}{r_0} = \left(\frac{p(d)}{p_0}\right)^{1/\alpha}. \tag{5.8}$$

Proposition 5.2 : Effet de levier de la rente du sol

Sous la technique de Cobb-Douglas, l'élasticité de la rente du sol par rapport au prix du logement est $1/\alpha > 1$. Le gradient de rente du sol est donc $1/\alpha$ fois plus pentu que le gradient de prix du logement, et toute variation du prix du logement se répercute sur la rente du sol en proportion $1/\alpha$.

Démonstration. De $p = \kappa\, r^{\alpha}\rho^{1-\alpha}$ on tire $\ln r = (\ln p - \ln\kappa - (1-\alpha)\ln\rho)/\alpha$, donc $\mathrm{d}\ln r/\mathrm{d}\ln p = 1/\alpha$. En différenciant par rapport à d, $\mathrm{d}\ln r/\mathrm{d}d = (1/\alpha)\,\mathrm{d}\ln p/\mathrm{d}d$. □

Avec une part du sol de 30 % dans le coût de production, courante pour des maisons de banlieue, l'élasticité vaut $1/0{,}30 = 3{,}33$: une hausse de 10 % du prix des logements élève la rente du sol de $1{,}10^{3{,}33} - 1 = 37{,}4$ %. La section 5.3 montre que cet effet de levier est la version « production » de la propriété résiduelle de Ricardo, et qu'il se retrouve, à l'identique, dans la méthode du coût.

La même technique explique le **gradient de densité**. Le promoteur substitue du capital au sol là où le sol est cher : l'intensité de plancher par mètre carré de terrain croît avec la rente, $H/L \propto r^{(1-\alpha)/\alpha}$, et le nombre de ménages par unité de terrain est le rapport de cette intensité à la consommation de logement par ménage $q(d) = \beta\,(y - td)/p(d)$:

$$\frac{D(d)}{D_0} = \left(\frac{p(d)}{p_0}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \frac{q(0)}{q(d)} = \left(\frac{p(d)}{p_0}\right)^{1/\alpha} \frac{y}{y - t\,d}. \tag{5.9}$$

La densité décroît donc encore plus vite que la rente du sol, puisque les ménages éloignés consomment en outre plus d'espace. Les tours du centre et les bungalows de la périphérie ne sont pas deux cultures mais deux réponses de la même technique à des prix du sol différents.

5.2.3 La frontière urbaine et la taille de la ville

La ville s'arrête là où la rente que le logement peut offrir cesse de dépasser la rente alternative r_a, agricole ou forestière, coût de conversion compris. En égalant $r(\bar{d}) = r_a$ dans l'équation (5.8) et en substituant l'équation (5.6), on obtient la frontière

$$\bar{d} = \frac{y}{t}\left[1 - \left(\frac{r_a}{r_0}\right)^{\alpha\beta}\right], \tag{5.10}$$

Tableau 5.2. Simulation du modèle monocentrique : paramètres déclarés et grandeurs calculées. Les paramètres sont des hypothèses pédagogiques d'ordre de grandeur, non des estimations.

Paramètre ou résultat	Valeur	Unité
Revenu annuel du ménage y	80 000	\$/an
Coût annuel d'un kilomètre de distance au centre t	700	\$/km/an
Part du revenu net de transport consacrée au logement β	0,30	—
Part du sol dans le coût de production du logement α	0,30	—
Prix du service de logement au centre p_0	260	\$/m²/an
Rente du sol au centre r_0	80	\$/m²/an
Rente alternative à la frontière r_a	2	\$/m²/an
Taux de capitalisation des rentes i	0,05	—
Gradient exponentiel au centre $\gamma = t/(\beta y)$	0,029 2	par km (2,92 %/km)
Demi-distance du prix $\ln 2/\gamma$	23,8	km
Frontière urbaine $\bar{d}$	32,29	km
Prix du logement à 10 km, exact / exponentiel	191,61	\$/m²/an (194,22 ; écart +1,4 %)
Prix du logement à 25 km, exact / exponentiel	114,18	\$/m²/an (125,40 ; écart +9,8 %)
Logement consommé par ménage à 0 / 10 / 32,3 km	92,3	m² (114,3 ; 200,3)
Rente du sol à 10 km	28,92	\$/m²/an (36 % de r_0)
Densité relative à 10 km	0,396	—
Valeur du sol au centre r_0/i et à la frontière r_a/i	1 600	\$/m² (40)
Élasticité de la rente du sol au prix du logement $1/\alpha$	3,33	—

Source : `analysis/python/cases/ch05_rente.py` (section PARAMS) ; équations (5.6) à (5.10).

qui recule lorsque le revenu augmente ou que le coût de transport baisse, et avance lorsque la rente alternative monte. Dans la version « fermée » du modèle, la population N est donnée et la rente centrale r_0 s'ajuste pour que la ville loge tout le monde : $N = \int_0^{\bar{d}} D(d)\, 2\pi d \, \mathrm{d}d$; dans la version « ouverte », l'utilité est fixée par les autres villes et c'est la population qui s'ajuste. Le tableau 5.2 donne les paramètres d'une simulation pédagogique et quelques valeurs calculées ; la figure 5.1 en trace les gradients.

La simulation illustre trois faits robustes. Le prix du logement décroît lentement, de 2,9 % par kilomètre au centre, de sorte qu'il faut près de 24 kilomètres pour le diviser par deux ; la rente du sol, elle, est divisée par presque trois en dix kilomètres, et la valeur du sol passe de 1 600 \$/m² au centre à 40 \$/m² à la frontière, un rapport de quarante. La densité suit la rente du sol de près, un peu plus bas encore, parce que les ménages éloignés consomment plus d'espace : 92 m² au centre, 200 m² à la frontière. Enfin, l'approximation exponentielle, excellente à moins de dix kilomètres, s'écarte de 10 % à vingt-cinq ; les gradients estimés par régression sur l'ensemble d'une agglomération étendue mélangent donc des pentes locales différentes, et il est prudent, comme le fera l'exemple intégral, d'admettre une courbure.

5.2.4 Ce que le modèle prédit, et ce qu'il ne prédit pas

Le modèle monocentrique a été testé sur des centaines de villes et ses prédictions qualitatives sont bien confirmées : les prix du sol, la densité résidentielle et la hauteur des bâtiments décroissent avec la distance au centre historique, les gradients se sont aplatis avec la baisse

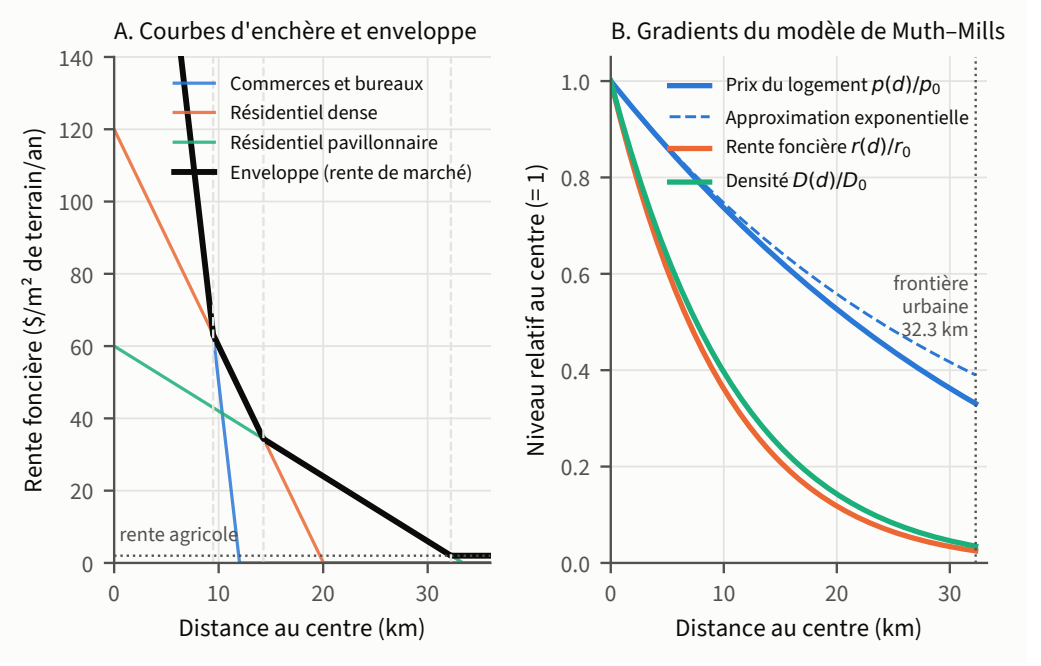


Figure 5.1. Le modèle monocentrique simulé. Panneau A : courbes d'enchère linéaires de trois usages et leur enveloppe, qui est la rente de marché ; les usages à forte pente occupent le centre et les frontières entre anneaux (9,5 ; 14,3 ; 32,2 km) sont les intersections. Panneau B : gradients du modèle de Muth–Mills avec les paramètres du tableau 5.2 ; la rente du sol (élasticité $1/\alpha = 3{,}33$) et la densité chutent beaucoup plus vite que le prix du logement, et l'approximation exponentielle surestime le prix aux grandes distances.

Source : simulation, script `analysis/python/figures/ch05_gradient.py`, paramètres pédagogiques déclarés dans `ch05_rente.py` ; aucune donnée observée.

des coûts de transport au vingtième siècle, et les ménages se trient dans l'espace selon leur revenu et leur valeur du temps, comme le résument Duranton et Puga (2015) dans leur synthèse du *Handbook of Regional and Urban Economics*. L'exposition unifiée du modèle de Muth et Mills donnée par Brueckner (1987) dans le même *Handbook* reste la référence pour les dérivations de statique comparative : une hausse du revenu, une baisse du coût de transport ou une hausse de la population élargissent la ville et aplatissent ou relèvent les gradients de manière prévisible, ce qui permet de raisonner sur l'effet d'une nouvelle autoroute, d'une ligne de métro ou d'une hausse des prix de l'essence sur la structure des valeurs.

Trois mécanismes manquent cependant au modèle de base, et ils comptent pour l'évaluateur. Le premier est la durabilité du bâti : les logements construits lorsque la ville était plus petite restent en place lorsqu'elle grandit, et le gradient observé mélange des générations de bâtiments ; Rosenthal et Helsley (1994) montrent que la décision de démolir et de reconstruire dépend précisément de l'écart entre la rente du sol courante et la valeur du bâtiment existant, ce qui fait du gradient de prix du sol un gradient de *potentiel de redéveloppement* (chapitre 41). Le deuxième est l'anticipation : dans une ville qui croît, le prix d'un terrain en périphérie incorpore la rente urbaine future, et Capozza et Helsley (1989) décomposent ce prix en quatre composantes que la section 5.3 reprend ; en présence d'incertitude sur la croissance, une prime d'attente s'y ajoute (Capozza et Helsley 1990), et les terrains vacants valent plus que la rente courante capitalisée. Le troisième est la multiplicité des centres d'emploi et des aménités, qui fait l'objet de la section 5.5.

5.3 Rente résiduelle et valeur du terrain

5.3.1 Le terrain comme résidu dans la méthode du coût

La proposition ricardienne selon laquelle la rente est ce qui reste a une traduction directe en évaluation. Si la valeur marchande d'une propriété bâtie est V et si le bâtiment vaut son coût de remplacement neuf C_N diminué de ses dépréciations D (chapitres 21 et 24), la valeur du terrain par la **méthode résiduelle** est

$$V_L = V - (C_N - D), \tag{5.11}$$

et l'identité de la méthode du coût, $V = V_L + C_N - D$, n'en est que la réécriture. La valeur du terrain hérite alors de la propriété que Ricardo prêtait à la rente : elle est la différence entre deux grandeurs du même ordre, et elle réagit à toute variation de V avec un **effet de levier** égal au rapport de la valeur totale à la valeur du terrain,

$$\frac{\Delta V_L}{V_L} = \frac{V}{V_L}\,\frac{\Delta V}{V}, \qquad \text{à } C_N - D \text{ donné.} \tag{5.12}$$

Pour le sujet du cas 1, dont le coût neuf a été estimé à 397 567 $ au chapitre 21 et dont l'indication brute par comparaison est de 551 029 $ au chapitre 16, une dépréciation hypothétique de 30 % laisse un bâtiment déprécié de 278 297 $ et un terrain résiduel de 272 732 $, soit 49,5 % de la valeur ; le levier V/V_L vaut 2,02. Une baisse de 5 % de la valeur de la propriété, à bâtiment inchangé, retranche 10,1 % au terrain ; une baisse de 10 % lui retranche 20,2 %. Cet exemple numérique, dont la dépréciation est posée pour les besoins de la démonstration et sera estimée au chapitre 24, dit l'essentiel : la valeur résiduelle d'un terrain est deux fois

plus volatile que la valeur de la propriété qui le porte, et l'erreur d'estimation du bâtiment se reporte en entier sur le terrain. La proposition 5.2 dit la même chose en termes de production, et les deux approches concordent lorsque la part du terrain dans la valeur est l'inverse de l'élasticité : un terrain qui pèse 30 % de la valeur a un levier de $1/0{,}30 = 3{,}33$ sur les variations de prix.

5.3.2 Le prix du terrain en ville qui croît

L'équation (5.3) ne vaut que pour une rente stationnaire. Capozza et Helsley (1989) montrent que dans une ville dont la population croît à un rythme connu, le prix d'un terrain situé à la distance d se décompose en quatre termes :

$$P_L(d) = \underbrace{\frac{r_a}{i}}_{\text{valeur agricole}} + \underbrace{C}_{\text{coût de conversion}} + \underbrace{\frac{r(d) - r_a}{i}}_{\text{accessibilité}} + \underbrace{\Pi(d)}_{\text{prime de croissance}}, \tag{5.13}$$

où la prime de croissance $\Pi(d)$ est la valeur actualisée des hausses de rente que la croissance de la ville apportera à cet emplacement. Près de la frontière, la composante d'accessibilité est faible et la prime de croissance domine : un terrain agricole en bordure de l'agglomération se vend plusieurs fois sa valeur agricole parce que le marché anticipe sa conversion. Au centre, c'est l'inverse. Dans la simulation du tableau 5.2, un terrain à dix kilomètres dont la rente urbaine courante est de 28,92 $/m² vaut $40 + 25 + 538 + 60 = 663$ $/m² si l'on pose un coût de conversion de 25 $/m² et une prime de croissance de 60 $/m² : l'accessibilité en fait 81 %. Cette décomposition est le cadre de l'évaluation des terrains de développement (chapitres 25 et 41) ; elle rappelle qu'un prix de terrain observé en périphérie n'est pas une rente capitalisée mais une option sur une rente future, dont la valeur dépend des anticipations de croissance et du zonage (chapitre 8).

5.3.3 La part du terrain dans la valeur des logements

Les travaux macroéconomiques des vingt dernières années ont réhabilité la rente foncière comme explication première des mouvements de prix immobiliers. Davis et Heathcote (2007) construisent, pour les États-Unis, des séries du prix et de la quantité de terrain résidentiel en retranchant de la valeur du parc le coût de remplacement des structures, c'est-à-dire par la méthode résiduelle agrégée de l'équation (5.11) ; ils trouvent que la part du terrain dans la valeur des logements a fortement augmenté depuis les années 1970 et que la quasi-totalité de la volatilité des prix des logements provient du prix du terrain, la structure se comportant comme un bien reproductible dont le prix suit les coûts de construction. Knoll et al. (2017), sur quatorze pays avancés de 1870 à 2012, attribuent environ 80 % de la hausse des prix réels des logements depuis 1950 à la hausse du prix des terrains. Albouy et al. (2018) estiment les valeurs foncières des métropoles américaines à partir de ventes de terrains et montrent que la part du terrain varie fortement d'une agglomération à l'autre et croît avec la taille et la productivité de la métropole, ce qui est exactement ce que prédit le modèle monocentrique en version ouverte : la rente du sol est le prix d'accès à une ville productive.

Pour l'évaluateur québécois, ces résultats ont deux conséquences. D'abord, la répartition terrain–bâtiment d'une propriété n'est pas une convention comptable : elle gouverne la volatilité attendue de la valeur, et une propriété dont le terrain pèse 60 % de la valeur réagira

à un retournement du marché bien plus qu'une propriété où il pèse 25 %. Ensuite, le rôle d'évaluation foncière, qui inscrit séparément la valeur du terrain et celle du bâtiment de chaque unité (chapitre 9), offre une source précieuse pour mesurer la part du terrain par quartier ; les données ouvertes du rôle permettent cette analyse à l'échelle des municipalités (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a), avec les précautions du chapitre 21 sur la date de référence et sur le fait que la valeur du bâtiment au rôle est un coût déprécié de barème.

En pratique

La méthode résiduelle est la plus sensible des méthodes d'évaluation du terrain, et c'est pourquoi la pratique professionnelle lui préfère la comparaison directe avec des ventes de terrains vacants lorsqu'elles existent (Appraisal Institute 2026). Lorsqu'on y recourt faute de ventes, trois précautions s'imposent : documenter la dépréciation du bâtiment avec le plus grand soin, puisque toute erreur s'y reporte en entier sur le terrain ; présenter une fourchette de valeur du terrain plutôt qu'un point, en faisant varier la dépréciation ; et vérifier que le ratio terrain–valeur obtenu est cohérent avec celui du voisinage au rôle et avec les ventes de terrains des secteurs comparables. Le chapitre 25 détaille ces vérifications.

5.4 Aménités, externalités et capitalisation

Le modèle monocentrique n'explique le prix du sol que par l'accès au centre. Or deux terrains à même distance du centre se vendent à des prix très différents selon qu'ils donnent sur un parc ou sur une autoroute, selon la qualité de l'école de quartier, selon qu'ils sont ou non en zone inondable. Ces caractéristiques de l'emplacement, qu'on appelle **aménités** lorsqu'elles sont désirables et **externalités** négatives lorsqu'elles ne le sont pas, entrent dans la rente par le même mécanisme que l'accessibilité : à l'équilibre spatial, deux emplacements offrant la même utilité doivent se louer à des prix qui compensent exactement leurs différences d'aménités. Si l'on note a le vecteur des aménités d'un emplacement et $R(a, d)$ la rente qui y prévaut, la condition d'équilibre spatial étendue s'écrit $\mathrm{d}R = -(\partial u/\partial a)/(\lambda q)\,\mathrm{d}a$ le long d'une courbe d'indifférence, et la valeur du terrain se décompose en

$$V_L(a, d) = \frac{R(a, d)}{i - g}, \qquad \frac{\partial V_L}{\partial a_k} = \frac{1}{i - g}\,\frac{\partial R}{\partial a_k}, \tag{5.14}$$

de sorte que le prix implicite d'une aménité dans une régression hédonique (chapitre 18) est la *capitalisation* de la disposition annuelle à payer pour cette aménité. Rosen (1974) a donné à ce raisonnement son cadre général : la fonction de prix hédonique est l'enveloppe des enchères des acheteurs et des offres des vendeurs pour chaque caractéristique, et l'aménité de localisation n'est qu'une caractéristique parmi d'autres du panier de Lancaster (1966). La différence avec les caractéristiques du bâtiment est que l'aménité ne peut être produite par le propriétaire : son offre est fixée par la géographie ou par la collectivité, et toute hausse de la demande se traduit intégralement en rente.

La **capitalisation** des biens publics locaux a été mise en évidence par Oates (1969), qui, sur un échantillon de 53 municipalités du New Jersey, trouve qu'à dépenses publiques données, un taux de taxe foncière plus élevé est associé à des valeurs résidentielles plus

faibles, et qu'à taux donné, des dépenses scolaires par élève plus élevées sont associées à des valeurs plus fortes ; il y voit une confirmation de l'hypothèse de Tiebout (1956) selon laquelle les ménages « votent avec leurs pieds » en choisissant la municipalité dont le panier de services et de taxes leur convient, de sorte que les différences entre municipalités se reflètent dans les prix des logements. Yinger (1982) a montré que la capitalisation est précisément le mécanisme qui rend ce tri efficace, et qu'elle est complète lorsque l'offre de logements dans chaque municipalité est fixe. Trois enseignements en découlent pour l'évaluateur. Le prix d'une maison incorpore la qualité des services municipaux et scolaires nets des taxes qui les financent ; comparer des ventes de municipalités différentes exige donc un ajustement de localisation qui n'est pas qu'un ajustement de distance. La capitalisation n'est jamais mesurée directement : on l'estime par la différence de prix entre des biens par ailleurs semblables, ce qui suppose que les autres différences soient contrôlées, et c'est tout l'enjeu des modèles des chapitres 18 et 19. Enfin, le *degré* de capitalisation, noté κ dans la suite, est compris entre zéro et un selon la mobilité des ménages, l'élasticité de l'offre de logements et l'horizon des acheteurs ; les études empiriques le situent le plus souvent nettement en deçà de l'unité, et la section 5.7 en fait un paramètre explicite.

La littérature québécoise a mesuré plusieurs de ces capitalisations sur des données de Québec et de Montréal. Des Rosiers et al. (2001) estiment l'effet de la taille et de la proximité des écoles primaires sur les prix des maisons de la région de Québec ; Des Rosiers et al. (2002) celui de l'aménagement paysager ; Des Rosiers et al. (2000) séparent les effets d'accessibilité des effets de voisinage dans un modèle hédonique de la région de Québec, ce qui est précisément la décomposition que le modèle monocentrique ignore ; Kestens et al. (2006) montrent que le prix implicite de l'accessibilité diffère selon le profil des ménages acheteurs, ce qui est la trace empirique du tri d'Alonso. Pour Montréal, Dubé et al. (2013) mesurent la capitalisation de l'accessibilité au train de banlieue sur la Rive-Sud entre 1992 et 2009, et Dubé et al. (2014) proposent un estimateur spatial de différences de différences pour isoler l'effet d'un changement de desserte en transport collectif : la capitalisation d'une aménité nouvelle ne se mesure correctement qu'en comparant l'évolution des prix des biens exposés à celle de biens non exposés, avant et après le changement (chapitre 36). Les externalités négatives obéissent à la même logique avec le signe inverse : le chapitre 43 traite de la décote des zones inondables et des sites contaminés, et le chapitre 38 des outils géomatiques qui permettent de mesurer l'exposition de chaque propriété.

5.5 Polycentrisme et accessibilité

5.5.1 Au-delà du centre unique

Aucune agglomération québécoise n'est monocentrique. Montréal a un centre-ville dominant, mais aussi des pôles d'emploi importants hors du centre, dont les travaux de Coffey et Shearmur (2001) sur la répartition intramétropolitaine de l'emploi entre 1981 et 1996 ont documenté la consolidation ; les mêmes auteurs ont comparé la structure polycentrique de Montréal à celles de Toronto, de Vancouver et d'Ottawa–Hull (Shearmur et Coffey 2002). Québec a un centre historique et administratif sur le promontoire, mais une part considérable de ses emplois et de son commerce se trouve à Sainte-Foy et le long des axes autoroutiers, ce que les modèles hédoniques de la région de Québec cités plus haut prennent en compte par des mesures d'accessibilité à plusieurs destinations plutôt que par la seule

distance au centre (Thériault et Des Rosiers 2011). Gatineau est le cas le plus instructif : son centre historique à Hull est à moins de deux kilomètres du centre-ville d'Ottawa, de l'autre côté de la rivière, de sorte que la rente foncière des secteurs gatinois reflète l'accès à un marché du travail interprovincial et à des pôles fédéraux situés dans une autre province ; la distance au centre de Hull est alors un indicateur très imparfait de l'accessibilité, et le secteur d'Aylmer, à plus de dix kilomètres, affiche des prix médians supérieurs à ceux de Hull parce qu'il combine proximité de l'ouest d'Ottawa, aménités riveraines et parc de maisons plus récentes et plus grandes (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c). L'exemple intégral y revient.

5.5.2 Mesurer l'accessibilité

Dans une agglomération à plusieurs centres, la rente d'un emplacement dépend de son accessibilité à l'ensemble des destinations, pondérées par leur importance et dépréciées par la distance ou le temps de déplacement. La mesure la plus courante est l'**accessibilité gravitaire** :

$$A_j = \sum_{k=1}^{K} E_k \, e^{-\lambda \, d_{jk}}, \tag{5.15}$$

où E_k est la masse de la destination k (emplois, surfaces commerciales), d_{jk} la distance ou le temps entre l'emplacement j et cette destination, et λ un paramètre de friction qui détermine la vitesse à laquelle une destination lointaine perd de son attrait. Le modèle monocentrique est le cas particulier d'une seule destination. La surface de rente devient alors l'enveloppe des surfaces d'enchère de chaque centre, comme à la figure 5.2, et le modèle de prix s'écrit indifféremment avec plusieurs distances ou avec le logarithme de l'accessibilité :

$$\ln P_j = \alpha + \mathbf{x}_j^{\top}\beta - \sum_{k=1}^{K} \gamma_k \, d_{jk} + \varepsilon_j \qquad \text{ou} \qquad \ln P_j = \alpha + \mathbf{x}_j^{\top}\beta + \theta \ln A_j + \varepsilon_j. \tag{5.16}$$

La première forme laisse les données dire quels centres comptent et à quel rythme leur influence décroît ; la seconde impose la pondération par les masses E_k mais n'a qu'un paramètre à estimer. L'une et l'autre supposent connues les destinations et leurs masses, ce que les données d'emploi par secteur de recensement de Statistique Canada permettent d'approcher ; le chapitre 38 montre comment calculer des distances-réseau et des temps de déplacement plutôt que des distances à vol d'oiseau, et le chapitre 19 comment traiter l'autocorrélation spatiale que laisse tout modèle d'accessibilité imparfait. L'exercice 5.7 compare les deux formes sur un exemple à deux centres.

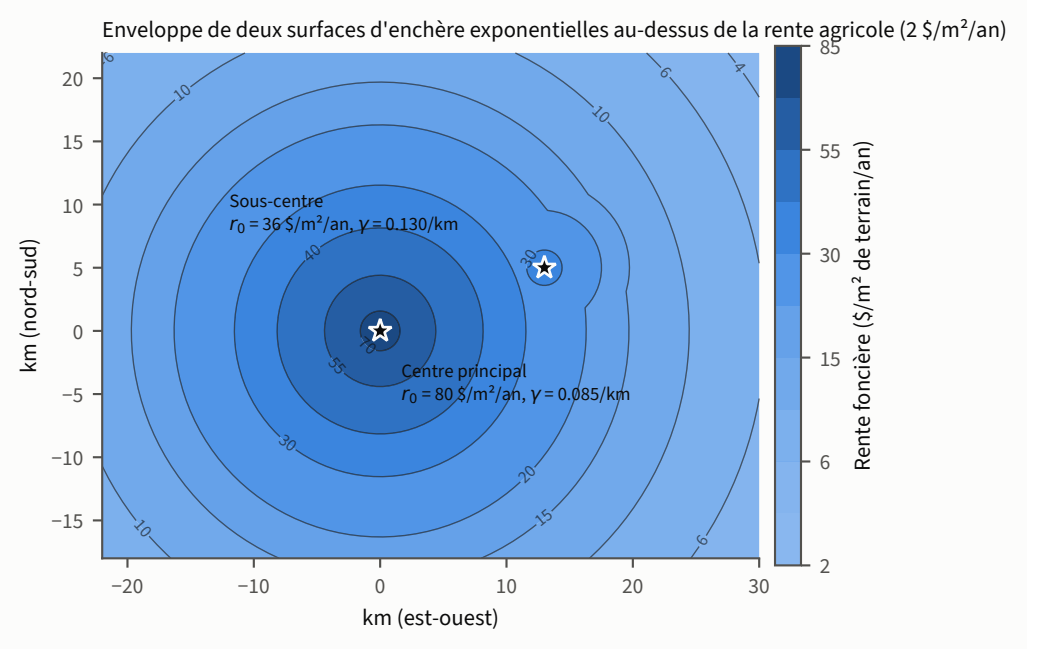


Figure 5.2. Surface de rente foncière d'une agglomération bicentrique simulée : enveloppe de deux surfaces d'enchère exponentielles, l'une autour du centre principal ($r_0 = 80\,\$/\text{m}^2$ par an, $\gamma = 0{,}085$ par km) et l'autre autour d'un sous-centre ($r_0 = 36\,\$/\text{m}^2$ par an, $\gamma = 0{,}13$ par km), au-dessus d'une rente agricole de $2\,\$/\text{m}^2$ par an. Les courbes de niveau sont les isorentes ; le sous-centre déforme les anneaux et crée un second sommet local, de sorte que la distance au centre principal n'est plus un indicateur suffisant de la rente.

Source : simulation, script `analysis/python/figures/ch05_surface.py`, paramètres pédagogiques déclarés ; aucune donnée observée.

5.6 Exemple intégral : gradients de prix à Gatineau et rente interrégionale

Données synthétiques

Les deux jeux de données de cette section sont synthétiques. Le premier est le dossier du cas 1, `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` : 600 ventes fictives d'unifamiliales réparties dans cinq secteurs de Gatineau (Hull, Gatineau, Aylmer, Buckingham, Masson-Angers) entre janvier 2023 et août 2026, dont la variable `dist_centre_km` mesure la distance à un point de référence fictif situé au centre de Hull. La loi de génération déclarée dans `data/synthetic/README.md` comprend une prime de secteur calibrée sur le rapport des prix médians APCIQ du troisième trimestre de 2026 et un terme de distance de $-0{,}006 \times \max(d - 3,\ 0)$ en logarithme, ce qui signifie que le gradient que l'on va mesurer est, pour l'essentiel, un gradient *entre secteurs* : c'est une propriété connue du jeu, qui sert ici de pierre de touche pour l'interprétation des coefficients. Le second est le portefeuille du cas 4, `data/synthetic/cas4_portefeuille.csv` : 48 immeubles locatifs fictifs répartis dans six régions métropolitaines, dont les loyers, taux d'inoccupation et taux de capitalisation sont calibrés sur les publications de la SCHL et de CBRE consignées dans `calibration.json`. Les deux jeux sont produits par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine 20261031 ; tous les chiffres de cette section sont imprimés par `analysis/python/cases/ch05_rente.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch05.py`.

Exemple 5.1 : Gradient prix-distance du cas 1 et valeur par logement du cas 4

L'exemple procède en cinq étapes : description du prix par tranche de distance, estimation d'un gradient brut, estimation de gradients contrôlés, lecture du coefficient de distance du modèle hédonique de référence, puis changement d'échelle avec la décomposition interrégionale du cas 4.

Étape 1 : le prix par tranche de distance. Le tableau 5.3 classe les 600 ventes par tranche de distance au centre de référence. Le prix médian par mètre carré habitable passe de 3 600 $/m² à moins de deux kilomètres à 2 684 $/m² au-delà de vingt kilomètres, mais la décroissance n'est pas monotone : les tranches de 10 à 12 kilomètres, dominées par le secteur d'Aylmer, affichent le prix unitaire le plus élevé de l'échantillon (3 714 $/m²), et la tranche de 4 à 6 kilomètres, au début du secteur Gatineau, vaut davantage que la tranche de 2 à 4 kilomètres à Hull. La figure 5.3 rend ce profil visible : un plateau légèrement bosselé jusqu'à quinze kilomètres, puis une chute de près d'un quart pour les secteurs de Buckingham et de Masson-Angers, séparés du reste de l'agglomération par une discontinuité de l'urbanisation. On remarque aussi que les terrains de ces secteurs éloignés sont deux fois plus grands (médiane de 1 184 m² contre 515 à 579 m² ailleurs), conformément à la prédiction du modèle selon laquelle la consommation de sol croît avec la distance.

Étape 2 : le gradient brut. La régression du logarithme du prix par mètre carré sur la distance donne un gradient de −1,02 % par kilomètre (erreur-type robuste de 0,09

point), avec un R^2 de 0,185 : à elle seule, la distance explique moins d'un cinquième de la dispersion du prix unitaire, et le gradient implicite correspond à une demi-distance de 68 kilomètres, incomparablement plus plate que celle de la simulation de la section 5.2. Ce gradient brut mélange l'effet de la distance et celui des caractéristiques qui varient avec elle : âge, taille, qualité, type de bâtiment.

Étape 3 : les gradients contrôlés. Le tableau 5.4 compare quatre spécifications qui ajoutent à la distance les caractéristiques du modèle hédonique de référence du cas 1 (superficies habitable et de terrain en logarithme, âge et son carré, qualité, garage, sous-sol, piscine, type, tendance temporelle), mais sans indicatrices de secteur. Sur l'ensemble des 600 ventes, la distance linéaire reçoit un coefficient de −1,08 % par kilomètre (erreur-type 0,07 point) et le R^2 monte à 0,759 : le contrôle des caractéristiques ne change guère la pente, mais la précise. Restreinte à l'aire urbaine contiguë, c'est-à-dire aux 511 ventes à moins de seize kilomètres (Hull, Gatineau, Aylmer), la même spécification donne un coefficient *positif* de +0,27 % par kilomètre (erreur-type 0,10 point) : à l'intérieur de l'agglomération, les prix ne baissent pas avec la distance au centre de Hull, parce que le secteur le plus éloigné est aussi le plus cher. La spécification quadratique sur l'ensemble des ventes réconcilie les deux résultats : le coefficient linéaire est de +0,90 % par kilomètre et le coefficient du carré de la distance de −0,070 % par kilomètre carré, ce qui situe le maximum du profil de prix à 6,5 kilomètres et donne une pente de −0,49 % par kilomètre à dix kilomètres et de −1,89 % par kilomètre à vingt. Le gradient monocentrique n'apparaît qu'à l'échelle de l'agglomération élargie, et il est une moyenne entre un plateau urbain et une discontinuité périurbaine.

Étape 4 : le coefficient de distance du modèle de référence. Le modèle hédonique de référence du cas 1 (`traite.cas1.hedonique`), qui comprend des indicatrices de secteur et la distance au-delà de trois kilomètres, attribue à cette dernière un coefficient de −0,36 % par kilomètre avec une erreur-type de 0,27 point ($t = -1{,}35$) : il n'est pas statistiquement distinct de zéro. Les indicatrices de secteur, elles, sont nettes : −2,2 % pour le secteur Gatineau, +8,9 % pour Aylmer, −22,1 % pour Buckingham et −23,1 % pour Masson-Angers par rapport à Hull. La leçon n'est pas que la distance ne compte pas, mais que les secteurs *sont* des tranches de distance : les médianes de distance des cinq secteurs s'échelonnent de 1,6 à 29,2 kilomètres, et les indicatrices absorbent la quasi-totalité de l'information que porte la distance. Le gradient implicite entre les médianes de prix et de distance des secteurs Hull et Gatineau est de −0,35 % par kilomètre, et celui entre Hull et Buckingham de −0,97 % par kilomètre. Un évaluateur qui lirait le coefficient de distance du modèle de référence comme « l'effet de la localisation » commettrait donc un contresens : l'effet de la localisation est la somme de l'effet de secteur et de l'effet de distance résiduel, et c'est cette somme que les ajustements de localisation du chapitre 17 doivent reproduire. Pour le sujet, situé à 2,1 kilomètres dans le secteur de Hull, l'effet de distance résiduel est nul et l'ajustement de localisation se réduit aux écarts de secteur. À titre d'ordre de grandeur, le gradient contrôlé de −1,08 % par kilomètre, appliqué à l'indication brute de 551 029 $ du chapitre 16, vaut environ 5 969 $ par kilomètre, et un déplacement de cinq kilomètres vers la périphérie, à secteur inchangé, retrancherait 29 050 $.

Étape 5 : la rente interrégionale du cas 4. Le même raisonnement s'applique à l'échelle des régions métropolitaines. Le tableau 5.5 et la figure 5.4 donnent, pour les 48 im-

Tableau 5.3. Cas 1 : ventes par tranche de distance au centre de référence (données synthétiques). Prix et superficies médians ; le secteur dominant est le plus fréquent dans la tranche.

Tranche (km)	n	Dist. méd. (km)	Prix méd. ($)	Prix/m^2 ($)	Hab. (m^2)	Terrain (m^2)	Secteur dominant
0 à 2	116	1,21	493 000	3 600	138	536	Hull
2 à 4	67	2,65	492 500	3 409	145	579	Hull
4 à 6	37	5,37	473 000	3 571	132	567	Gatineau
6 à 8	97	7,13	489 500	3 396	140	515	Gatineau
8 à 10	100	8,98	497 250	3 534	140	561	Gatineau
10 à 12	64	10,92	548 000	3 714	149	546	Aylmer
12 à 20	30	13,02	523 250	3 514	147	521	Aylmer
20 et plus	89	28,07	371 000	2 684	145	1 184	Masson-Angers

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch05_rente.py`, fonction `tranches_distance`, graine 20261031.

meubles du portefeuille, la valeur par logement de chaque RMR et sa décomposition entre le revenu net par logement et le taux de capitalisation pondéré, selon l'identité $\ln(V/n) = \ln(RNE/n) - \ln R$. La valeur par logement va de 206 237 $ à Montréal à 101 969 $ au Saguenay, un rapport de deux pour un. L'écart logarithmique avec Montréal se partage, pour Québec, à parts à peu près égales entre un revenu net par logement plus faible ($-0{,}248$) et un taux de capitalisation plus élevé ($-0{,}249$) ; pour Sherbrooke et Trois-Rivières, le taux pèse pour 60 % ; pour le Saguenay, l'écart de $-0{,}704$ se partage également. Gatineau fait exception : son revenu net par logement est supérieur à celui de Montréal ($+0{,}077$), mais un taux de capitalisation plus élevé ($-0{,}190$) ramène sa valeur par logement sous celle de Montréal. La rente interrégionale a donc deux visages, que l'économie urbaine distingue soigneusement : l'écart de *rente courante* (les loyers nets, qui reflètent la productivité et les aménités de la région) et l'écart de *taux* (qui reflète les anticipations de croissance, la liquidité et le risque perçu). Dans le jeu synthétique, les deux sont calibrés sur les loyers de la SCHL et sur les fourchettes de taux publiées pour Montréal et Québec, les autres RMR recevant des taux provisoires signalés comme non vérifiés dans `calibration.json` ; les valeurs par logement qui en résultent ne décrivent aucun marché réel mais illustrent la mécanique de l'équation (5.3) à l'échelle des régions, que le chapitre 48 développe.

5.7 Taxe foncière et capitalisation

5.7.1 La taxe comme rente négative

La taxe foncière est la plus importante des charges qui pèsent sur la rente, et la seule qui soit proportionnelle à la valeur elle-même. Soit R_b la rente annuelle d'une propriété avant taxe foncière et τ le taux effectif de taxe, exprimé en proportion de la valeur marchande. La rente nette est $R_b - \tau V$, et sa capitalisation au taux i, net de taxe, donne $V = (R_b - \tau V)/i$, soit

$$V = \frac{R_b}{i + \tau}. \tag{5.17}$$

Tableau 5.4. Cas 1 : le gradient prix-distance selon la spécification (données synthétiques). Coefficients de la distance en pourcentage par kilomètre, erreurs-types robustes (HC1) entre parenthèses ; les spécifications contrôlées incluent les caractéristiques du modèle de référence sans indicatrices de secteur.

Spécification	Coef. distance (%/km)	(e.-t.)	R^2	n
Brut : $\ln(P/S)$ sur d	−1,020	0,089	0,185	600
Contrôlé, d linéaire, toutes ventes	−1,083	0,067	0,759	600
Contrôlé, d linéaire, aire urbaine contiguë ($d \leq 16$ km)	0,266	0,103	0,771	511
Contrôlé, d quadratique : terme linéaire	0,900	0,169	0,808	600
terme en d^2 (%/km^2)	−0,070	0,006		
pente implicite à 10 km / à 20 km	−0,493			
Modèle de référence (secteurs + $\max(d-3,0)$) : distance	−0,357	0,265	0,853	600
indicatrices de secteur (réf. Hull) : Gatineau / Aylmer	−2,2			
Buckingham / Masson-Angers (effet en %)	−22,1			

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch05_rente.py`, fonction `gradients_cas1` ; modèle de référence `traite.cas1.hedonique`. Pente à 20 km : −1,89 %/km ; effets de secteur : Aylmer +8,9 %, Masson-Angers −23,1 %.

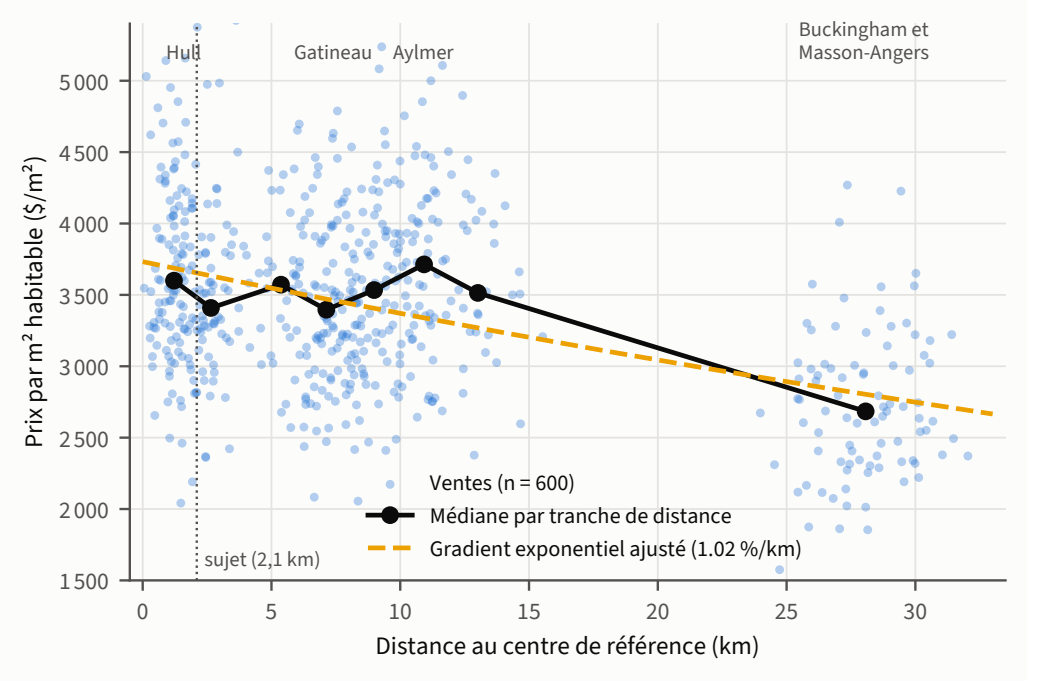


Figure 5.3. Prix par mètre carré habitable et distance au centre de référence pour les 600 ventes du cas 1, médianes par tranche de distance et gradient exponentiel ajusté sur l'ensemble (−1,02 % par km). Le profil n'est pas monotone : plateau sur l'aire urbaine contiguë, sommet local dans le secteur d'Aylmer vers 11 km, puis chute pour les secteurs de Buckingham et de Masson-Angers au-delà de 20 km. Le gradient n'est identifié que par la variation entre secteurs.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch05_cas1_distance.py`, graine 20261031.

Tableau 5.5. Cas 4 : valeur par logement par région métropolitaine et décomposition de l'écart avec Montréal (données synthétiques, 48 immeubles, 2026). Écarts en logarithme : $\Delta \ln(V/n) = \Delta \ln(RNE/n) - \Delta \ln R$.

RMR	Imm.	Log.	Valeur/log. ($)	RNE/log. ($/an)	Taux (%)	Écart total	dont RNE	dont taux
Montréal	17	316	206 237	9 270	4,49	0,000	0,000	0,000
Gatineau	8	110	184 173	10 011	5,44	−0,113	0,077	−0,190
Sherbrooke	7	132	137 364	7 884	5,74	−0,406	−0,162	−0,244
Québec	6	200	125 455	7 237	5,77	−0,497	−0,248	−0,249
Trois-Rivières	6	98	116 806	7 345	6,29	−0,569	−0,233	−0,336
Saguenay	4	32	101 969	6 520	6,39	−0,704	−0,352	−0,352

Source : [données synthétiques] `traite.cas4.sommaire` et `analysis/python/cases/ch05_rente.py`, fonction `decomposition_rmr`, graine 20261031. Taux : taux global pondéré par la valeur ($\sum RNE / \sum V$).

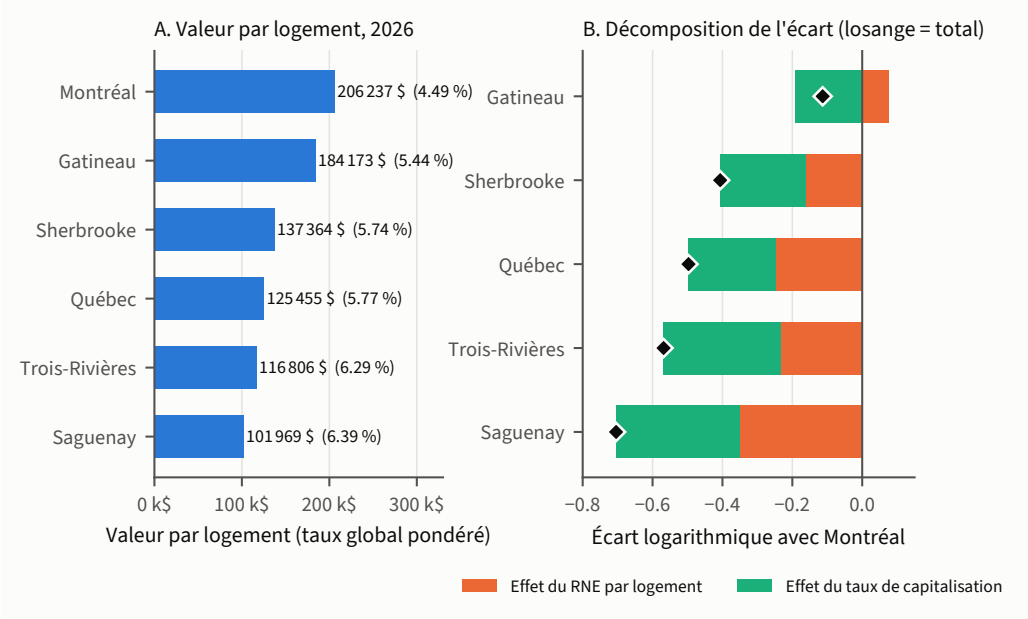


Figure 5.4. Cas 4 : valeur par logement et taux global pondéré par RMR (panneau A) et décomposition de l'écart logarithmique avec Montréal entre l'effet du revenu net par logement et l'effet du taux de capitalisation (panneau B). Le taux explique au moins la moitié de l'écart dans toutes les régions ; Gatineau a un revenu net par logement supérieur à celui de Montréal mais un taux plus élevé.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch05_rmr.py`, graine 20261031.

La taxe agit donc comme un supplément de taux de capitalisation : une propriété dont la rente brute est capitalisée à 5 % dans une municipalité sans taxe l'est à 5,75 % dans une municipalité qui prélève 0,75 % de la valeur, et vaut 13 % de moins. L'équation (5.17) est l'expression statique du coût d'usage du logement introduit au chapitre 3, $u = P\,(i+\tau+\delta-g)$, dans lequel la taxe foncière est l'une des composantes du coût annuel de détention (Poterba 1984 ; Himmelberg et al. 2005) ; avec un taux hypothécaire de 4,12 %, une dépréciation de 1,5 %, une croissance anticipée de 2 % et le taux effectif de Gatineau estimé plus bas, la taxe représente 14 % du coût d'usage d'un propriétaire occupant.

Proposition 5.3 : Capitalisation d'un changement de taxe

Si le taux de taxe passe de τ_0 à τ_1 sans que la rente brute R_b ni le taux i changent, la valeur passe de $V_0 = R_b/(i+\tau_0)$ à $V_1 = R_b/(i+\tau_1)$ et la variation vaut exactement

$$\Delta V = V_1 - V_0 = -\frac{\Delta T}{i+\tau_1}, \qquad \Delta T = (\tau_1 - \tau_0)\,V_0, \tag{5.18}$$

où ΔT est le supplément de taxe annuel calculé sur la valeur initiale. Si l'on note $r = i+\tau_1$ le taux de capitalisation de la rente *avant* taxe et $\kappa \in [0,1]$ le degré de capitalisation observé sur le marché,

$$\Delta V = -\kappa\,\frac{\Delta T}{r}. \tag{5.19}$$

Démonstration. $V_1 - V_0 = R_b\,[(i+\tau_0)-(i+\tau_1)]/[(i+\tau_0)(i+\tau_1)] = -R_b\,(\tau_1-\tau_0)/[(i+\tau_0)(i+\tau_1)]$; comme $R_b/(i+\tau_0) = V_0$, il vient $\Delta V = -(\tau_1-\tau_0)\,V_0/(i+\tau_1) = -\Delta T/(i+\tau_1)$. L'équation (5.19) introduit le degré de capitalisation comme facteur multiplicatif. □

Le choix du taux au dénominateur n'est pas un détail. Lorsque l'évaluateur extrait un taux de capitalisation de ventes d'immeubles de revenu dont les dépenses d'exploitation comprennent les taxes foncières, comme c'est l'usage au Québec (chapitres 28 et 29), le taux obtenu est i, net de taxe ; appliquer $-\Delta T/i$ surestime alors la perte de valeur d'un facteur $(i+\tau_1)/i$, soit 16 % pour $i = 5$ % et $\tau_1 = 0{,}8$ %. La formule $\Delta V = -\Delta T/r$ est exacte si r est le taux sur la rente avant taxe, et approximative, par excès, si r est le taux net. Le degré de capitalisation κ traduit, lui, ce que la section 5.4 a expliqué : une hausse de taxe qui finance des services valorisés par les acheteurs est en partie compensée, et une hausse perçue comme temporaire l'est aussi ; les études à la suite d'Oates (1969) trouvent le plus souvent une capitalisation partielle, et l'évaluateur qui raisonne sur un écart de taxe entre deux municipalités doit se demander ce que l'écart achète avant de le capitaliser en entier.

5.7.2 Taux nominal, taux effectif et facteur comparatif

Le taux de taxe que publie une municipalité s'applique à la valeur inscrite au rôle, non à la valeur marchande du jour. Si F est le **facteur comparatif** du rôle, inverse de la proportion médiane, de sorte que la valeur marchande à la date de référence s'approche par $V = F \times V_{\text{rôle}}$ (chapitre 9), le taux effectif sur la valeur marchande est

$$\tau_{\text{eff}} = \frac{T}{V} = \frac{\tau_{\text{rôle}}\,V_{\text{rôle}}}{F\,V_{\text{rôle}}} = \frac{\tau_{\text{rôle}}}{F}. \tag{5.20}$$

Comparer les taux nominaux de deux villes dont les rôles ont des dates de référence différentes n'a donc guère de sens : une ville dont le rôle date de trois ans dans un marché en hausse de 10 % par année affiche un taux nominal élevé pour un taux effectif modeste. Il faut en outre tenir compte des tarifications par logement (eau, matières résiduelles) qui ne dépendent pas de la valeur et agissent comme une taxe forfaitaire, et des taxes sectorielles ou d'arrondissement qui s'ajoutent au taux général.

Taux de taxe foncière 2026 et capitalisation

Au Québec, la taxe foncière générale est imposée sur la valeur inscrite au rôle triennal, dont la valeur réelle est établie aux conditions du marché du 1er juillet du deuxième exercice précédant l'entrée en vigueur (Québec 1979b, art. 42 à 46). La Loi sur la fiscalité municipale permet des taux variés par catégorie d'immeubles (non résidentiels, industriels, terrains vagues desservis, agricoles, forestiers, résiduelle), le taux de base étant celui de la catégorie résiduelle, et une sous-catégorie de six logements et plus peut recevoir un taux distinct ; le taux des terrains vagues desservis peut atteindre le quadruple du taux de base, ce qui est une pénalité explicite à la rétention spéculative de terrains (Québec 1979b, art. 244.29 à 244.49). L'évaluateur municipal établit la proportion médiane du rôle et son facteur comparatif, inscrits sur l'avis d'évaluation (Québec 1979b, art. 264). La taxe scolaire, uniforme dans la province, s'ajoute au taux de 0,07899 $ par 100 $ d'évaluation uniformisée ajustée pour 2026-2027, sur la partie de la valeur qui excède 25 000 $ (Québec 1988, art. 303 à 303.6) ; ce taux est connu par les communiqués des centres de services scolaires (Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026).

Le tableau 5.6 réunit les taux résidentiels 2026 des trois villes des cas de l'ouvrage. Québec impose 0,7464 $ par 100 $ aux immeubles de un à cinq logements et 0,7697 $ à ceux de six logements et plus, sur un rôle 2025-2027 dont la date de référence est le 1er juillet 2023 (Ville de Québec 2026d). Gatineau a un taux de base de 5,224 $ par 1 000 $, soit 0,5224 $ par 100 $, et le règlement d'imposition prévoit, à son annexe I, des taux de taxe générale résidentielle distincts par unité de voisinage (Ville de Gatineau 2025a) ; selon le dépouillement de cette annexe consigné dans les notes de calibration du dépôt, ces taux s'échelonnent de 1,613 à 7,544 $ par 1 000 $ (médiane 5,233), une différenciation intramunicipale de la taxe que l'équation (5.18) invite à capitaliser lorsqu'on compare deux ventes de secteurs différents. Le facteur comparatif de Gatineau pour 2026 est 1,02 (Ville de Gatineau 2026b), d'où un taux effectif de $0{,}5224/1{,}02 = 0{,}5122$ $ par 100 $ de valeur marchande à la date de référence. Pour Montréal, la page officielle des taux 2026 renvoie à un document que les outils de ce dépôt n'ont pas pu lire (Ville de Montréal 2026e) ; une source secondaire rapporte une taxe foncière générale résidentielle de 0,4631 $ par 100 $, à laquelle s'ajoutent les taxes d'arrondissement (Le Devoir 2026), sur un rôle 2026-2028 dont le facteur comparatif est 1,00 (Ville de Montréal 2026b). Ces taux sont des taux nominaux : seule la conversion de l'équation (5.20), et la prise en compte des tarifications et des taxes locales, permet de comparer la charge fiscale réelle de propriétés situées dans des villes différentes, et seule la connaissance des services financés permet de décider quelle part de l'écart capitaliser. Le chapitre 9 reprend ces règles du point de vue de la contestation du rôle.

Tableau 5.6. Taux de taxe foncière résidentielle 2026 des trois villes des cas, par 100 $ d'évaluation, et statut de vérification.

Ville et catégorie	Taux ($/100 $)	Rôle, date de référence, facteur comparatif 2026	Statut de vérification
Québec, 1 à 5 logements	0,746 4	Rôle 2025-2027, marché au 1er juillet 2023 ; facteur non consulté	Vérifié (règlement R.V.Q. 3492)
Québec, 6 logements et plus	0,769 7	Idem	Vérifié
Gatineau, taux de base	0,522 4	Rôle 2024-2026 (rôle 2027-2029 déposé) ; facteur 1,02	Vérifié (règlement 994-2025) ; taux par unité de voisinage à l'annexe I
Montréal, taxe foncière générale résidentielle	0,463 1	Rôle 2026-2028, marché au 1er juillet 2024 ; facteur 1,00	Partiellement vérifié (source secondaire ; taxes d'arrondissement en sus)
Taxe scolaire 2026-2027 (toute la province)	0,078 99	Évaluation uniformisée ajustée ; exemption de 25 000 $	Partiellement vérifié (communiqué d'un centre de services scolaire)

Source : Ville de Québec (2026d), Ville de Gatineau (2025a), Ville de Gatineau (2026b), Le Devoir (2026), Ville de Montréal (2026e), Ville de Montréal (2026b) et Centre de services scolaire des Hautes-Rivières (2026), consultés le 31 octobre 2026 ; voir `verification/chapters/ch05-claims.csv`.

5.7.3 Analyse de sensibilité : que vaut un écart de taxe ?

Pour mesurer ce que l'équation (5.18) implique, considérons une propriété de 500 000 $ soumise à un taux effectif initial de 0,70 % et un taux de capitalisation net i de 5 %. Un écart de 10 points de base de la valeur (0,10 $ par 100 $) représente 500 $ de taxe par année ; capitalisé par l'approximation $-\Delta T/i$, il vaut 10 000 $, et par la formule exacte 8 621 $, soit 1,72 % de la valeur ; avec un degré de capitalisation de 60 %, l'approximation donne 6 000 $. L'écart nominal entre le taux de Québec pour un à cinq logements et le taux de base de Gatineau, 22,4 points de base, représente 1 120 $ par année sur la même propriété, soit 22 400 $ capitalisés à 5 % par l'approximation, 18 906 $ (3,78 %) par la formule exacte et 13 440 $ à 60 % ; mais cet écart nominal ne dit rien de l'écart effectif tant que les facteurs comparatifs, les tarifications et les services ne sont pas pris en compte. À l'autre extrémité, l'écart de 2,3 points de base entre les deux catégories résidentielles de Québec représente, pour un immeuble de six logements et plus valant 2 000 000 $, 466 $ par année et 8 473 $ capitalisés à 5,5 %, soit 0,4 % de la valeur : la sous-catégorie des six logements et plus est, à ce niveau, une charge mineure pour la valeur.

Le tableau 5.7 et la figure 5.5 généralisent ces calculs. La perte de valeur est proportionnelle à l'écart de taux et inversement proportionnelle au taux de capitalisation : à écart donné, elle est 75 % plus forte lorsque le taux de capitalisation est de 4 % plutôt que de 7 %, ce qui signifie que les marchés aux taux bas, comme Montréal dans le cas 4, sont ceux où la fiscalité foncière pèse le plus sur les valeurs. La formule exacte s'écarte de l'approximation d'autant plus que le taux de taxe final est grand par rapport à i ; pour les taux québécois, l'écart est de 14 à 20 %. Enfin, le degré de capitalisation est le paramètre le plus incertain : entre 0,5 et 1, il fait varier du simple au double l'ajustement qu'un évaluateur appliquerait pour un écart de

Tableau 5.7. Sensibilité de la perte de valeur ($) à un écart de taux de taxe foncière, pour une propriété de 500 000 $, selon le taux de capitalisation (approximation $-\Delta T/i$, capitalisation complète). Multiplier par κ pour une capitalisation partielle ; diviser par $(i+\tau_1)/i$ pour la formule exacte.

Écart (pb de la valeur)	ΔT ($/an)	$i = 4\,\%$	$i = 5\,\%$	$i = 6\,\%$	$i = 7\,\%$
5	250	−6 250	−5 000	−4 167	−3 571
10	500	−12 500	−10 000	−8 333	−7 143
25	1 250	−31 250	−25 000	−20 833	−17 857
50	2 500	−62 500	−50 000	−41 667	−35 714
100	5 000	−125 000	−100 000	−83 333	−71 429

Source : `analysis/python/cases/ch05_rente.py`, fonction `grille_capitalisation` ; l'équation (5.19) avec $\kappa = 1$.

taxe entre deux comparables.

Erreurs fréquentes

- Lire le coefficient de distance d'un modèle qui contient des indicatrices de secteur comme « l'effet de la localisation » : les secteurs sont des tranches de distance, et l'effet de localisation est la somme des deux termes (tableau 5.4).
- Supposer que le prix décroît avec la distance au centre dans toute agglomération : à Gatineau, Aylmer est plus éloigné et plus cher que Hull ; à Montréal et à Québec, les sous-centres et les aménités créent des sommets locaux de rente (figure 5.2).
- Estimer la valeur du terrain par résidu sans mesurer l'incertitude de la dépréciation du bâtiment, alors que le levier V/V_L reporte en entier cette incertitude sur le terrain (équation (5.12)).
- Capitaliser un écart de taxe en entier et au taux net de taxe : la formule exacte divise par $i+\tau_1$, et le degré de capitalisation est généralement inférieur à un lorsque l'écart de taxe finance des services que les acheteurs valorisent.
- Comparer des taux de taxe nominaux de villes dont les rôles ont des dates de référence différentes, sans conversion par le facteur comparatif ni prise en compte des tarifications et des taxes locales.
- Confondre la rente (un flux annuel), le prix du terrain (un montant observé) et la valeur du terrain (une estimation), ou traiter le prix d'un terrain périurbain comme une rente courante capitalisée alors qu'il incorpore une prime de croissance et une valeur d'option (équation (5.13)).

Limites et mises en garde

Le modèle monocentrique est un cadre d'interprétation, non un outil d'estimation : ses paramètres simulés au tableau 5.2 sont des hypothèses d'ordre de grandeur et aucun des gradients qu'il produit ne doit être appliqué à un marché réel. Les gradients mesurés à la section 5.6 proviennent d'un jeu de ventes synthétique dont la loi de génération contient par construction une prime de secteur et un terme de distance faibles ; ils

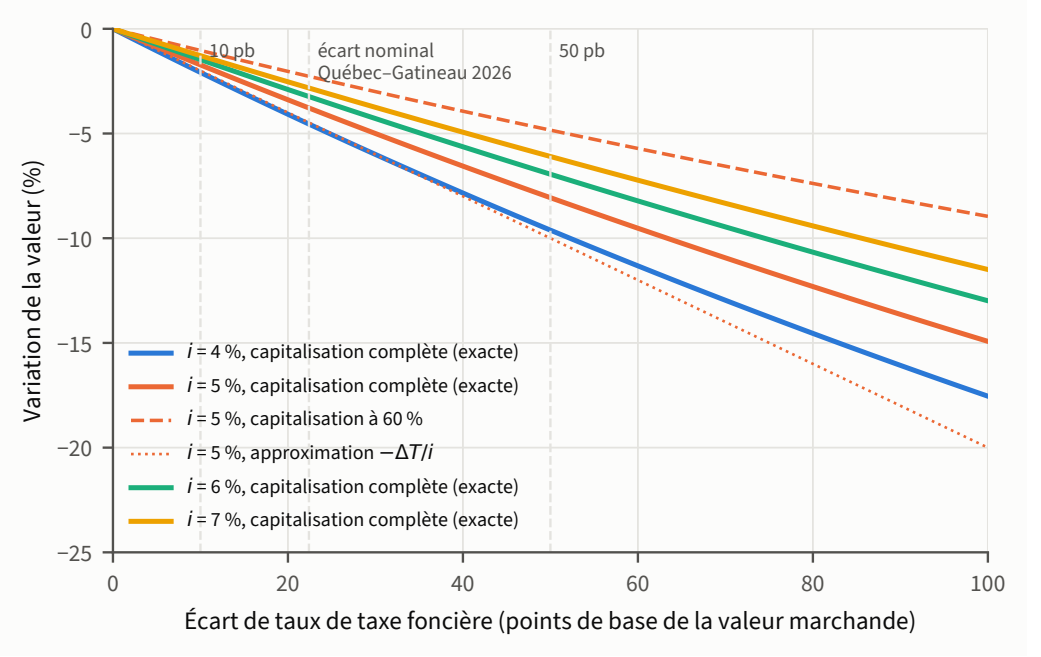


Figure 5.5. Variation de la valeur, en pourcentage, selon l'écart de taux de taxe foncière (points de base de la valeur marchande), pour quatre taux de capitalisation nets i avec la formule exacte (5.18), et, pour $i = 5$ %, avec une capitalisation à 60 % et avec l'approximation $-\Delta T/i$. Les lignes verticales repèrent un écart de 10 pb, l'écart nominal entre Québec (1 à 5 logements) et Gatineau (taux de base) en 2026 et un écart de 50 pb.
Source : calculs, script `analysis/python/figures/ch05_capitalisation.py` ; taux de 2026 du tableau 5.6 ; aucune donnée de transaction.

illustrent un problème d'identification, pas la structure réelle des prix de Gatineau. La décomposition interrégionale du cas 4 repose sur des taux de capitalisation provisoires pour quatre des six régions. Les énoncés sur la capitalisation des biens publics locaux (Oates 1969 ; Tiebout 1956 ; Yinger 1982) et sur la structure polycentrique de Montréal (Coffey et Shearmur 2001 ; Shearmur et Coffey 2002) renvoient à des travaux dont les références ont été vérifiées par leur identifiant numérique d'objet, mais dont le contenu est résumé d'après la littérature secondaire, sans relecture intégrale des textes. Le taux de taxe foncière générale de Montréal pour 2026 provient d'une source secondaire et ne comprend pas les taxes d'arrondissement ; la fourchette des taux par unité de voisinage de Gatineau résulte d'un dépouillement non revérifié de l'annexe I du règlement d'imposition ; le facteur comparatif du rôle 2025-2027 de Québec n'a pas été consulté. Enfin, le degré de capitalisation κ des écarts de taxe au Québec n'a, à la connaissance de l'auteur, pas fait l'objet d'une estimation publiée récente ; les valeurs de 0,6 et de 1 utilisées dans l'analyse de sensibilité sont des bornes de travail, non des estimations.

À retenir

- La rente foncière est un résidu déterminé par la demande pour ce que l'emplacement permet ; la valeur du terrain est la rente capitalisée, $V_L = R/(i - g)$, et elle dépend autant du taux que de la rente.
- Le gradient de von Thünen, $R(d) = R_0 - t\,d$, et la condition d'équilibre spatial d'Alonso et Muth, $p'(d) = -T'(d)/q(d)$, expliquent pourquoi les prix, la rente du sol et la densité décroissent avec la distance au centre ; la rente du sol réagit au prix du logement avec une élasticité $1/\alpha > 1$.
- La valeur du terrain par résidu, $V_L = V - (C_N - D)$, a un effet de levier V/V_L sur toute variation de valeur ; la part du terrain explique l'essentiel de la volatilité des prix des logements.
- Les aménités, les externalités et les biens publics locaux nets des taxes se capitalisent dans les valeurs ; leur prix implicite hédonique est une disposition à payer annuelle capitalisée, et le degré de capitalisation est inférieur à un.
- Les agglomérations québécoises sont polycentriques ; l'accessibilité se mesure par plusieurs distances ou par un indice gravitaire, et un coefficient de distance ne s'interprète qu'avec les indicatrices de secteur qui l'accompagnent.
- Une taxe foncière agit comme un supplément de taux de capitalisation, $V = R_b/(i+\tau)$; un écart de taxe ΔT vaut $-\kappa\,\Delta T/(i+\tau_1)$, et les taux nominaux ne se comparent qu'après conversion par le facteur comparatif.

Exercices

Exercice 5.1 — Courbes d'enchère de von Thünen ★

Deux cultures se disputent le sol autour d'un marché. Le maraîchage produit 20 tonnes par hectare vendues 300 $ la tonne, avec un coût de production de 250 $ la tonne et un coût de transport de 3 $ par tonne et par kilomètre ; les grandes cultures produisent 4 tonnes par hectare vendues 500 $ la tonne, avec un coût de production de 350 $ la tonne et un transport de 5 $ par tonne et par kilomètre. Écrivez la courbe d'enchère (5.2) de chaque culture, calculez la rente au centre et la pente, déterminez la frontière entre les deux usages et la distance au-delà de laquelle le sol n'est plus cultivé. Quelle est la valeur d'un hectare au centre si les rentes sont capitalisées à 4 % ?

Exercice 5.2 — Capitalisation d'un écart de taxe ★

Une maison vaut 500 000 $ dans une municipalité dont le taux effectif de taxe foncière est de 0,70 % ; la municipalité voisine, aux services identiques, impose 0,80 %. Calculez le supplément de taxe annuel, puis la différence de valeur attendue par l'approximation (5.19) avec un taux de capitalisation net de 5 % et une capitalisation complète, puis avec une capitalisation de 60 %, puis par la formule exacte (5.18). Comment la réponse change-t-elle si le supplément de taxe finance un service que les acheteurs valorisent 300 $ par année ?

Exercice 5.3 — Le gradient de Muth ★★

Avec les paramètres du tableau 5.2 ($y = 80\,000$ \$, $t = 700$ \$/km/an, $\beta = 0{,}30$, $p_0 = 260$ \$/m²/an), calculez le prix du logement à 5 et à 10 kilomètres par l'équation (5.6) et par l'approximation exponentielle (5.7), puis la surface de logement consommée par ménage à 0 et à 10 kilomètres. Dérivez l'équation (5.6) à partir de la proposition 5.1 et expliquez pourquoi l'approximation exponentielle surestime le prix aux grandes distances. Que devient le gradient γ si une nouvelle autoroute réduit t de 25 % ?

Exercice 5.4 — Levier de la rente et valeur résiduelle ★★

(a) La part du sol dans le coût de production du logement est $\alpha = 0{,}30$. De combien la rente du sol varie-t-elle si le prix des logements monte de 10 % ? S'il baisse de 10 % ? (b) Pour le sujet du cas 1, le coût neuf est de 397 567 $ et la dépréciation est estimée à 30 % ; l'indication de valeur de la propriété est de 560 000 $. Calculez la valeur résiduelle du terrain, le levier V/V_L, puis la valeur du terrain si l'indication est révisée à 532 000 $ (−5 %). (c) Expliquez en quoi les résultats de (a) et de (b) sont deux expressions d'une même propriété.

Exercice 5.5 — Taux nominal et taux effectif ★★

Trois villes affichent, pour 2026, les taux résidentiels du tableau 5.6 : Québec 0,7464 $, Gatineau 0,5224 $ et Montréal 0,4631 $ par 100 $ d'évaluation. Le facteur comparatif est de 1,02 à Gatineau et de 1,00 à Montréal ; on suppose, faute de l'avoir consulté, un facteur de 1,10 à Québec. (a) Calculez le taux effectif (5.20) de chaque ville et la taxe générale d'une propriété de 500 000 $ de valeur marchande. (b) Capitalisez l'écart effectif entre Québec et Gatineau à 5 % avec une capitalisation complète et à 60 %. (c) Énumérez trois raisons pour lesquelles cette capitalisation ne constitue pas un ajustement de localisation admissible entre une vente de Québec et une vente de Gatineau.

Exercice 5.6 — Identifier un gradient en présence de secteurs ★★★

À l'aide du script `analysis/python/cases/ch05_rente.py` et du jeu `cas1_gatineau_ventes.csv`, reproduisez les quatre spécifications du tableau 5.4. (a) Ajoutez la distance linéaire au modèle de référence *en plus* des indicatrices de secteur et du terme $\max(d - 3, 0)$: que deviennent les coefficients et leurs erreurs-types, et pourquoi ? (b) Estimez le gradient contrôlé séparément pour les ventes de Hull et de Gatineau ($d \leq 10$ km) et pour celles d'Aylmer : interprétez les signes. (c) Dans une note de 200 mots, expliquez à un réviseur pourquoi l'effet de localisation qu'il faut ajuster pour un comparable d'Aylmer n'est pas le coefficient de distance, et comment vous le mesureriez.

Exercice 5.7 — Accessibilité gravitaire à deux centres ★★★

Une agglomération compte un centre principal de 100 000 emplois à l'origine et un sous-centre de 30 000 emplois au point $(12, 4)$ kilomètres. Trois emplacements résidentiels sont situés en A $(3, 0)$, B $(9, 3)$ et C $(12, -6)$. (a) Calculez l'accessibilité gravitaire (5.15) de chaque emplacement avec un paramètre de friction $\lambda = 0{,}10$ par kilomètre, puis avec $\lambda = 0{,}20$, et classez les emplacements. (b) Si l'élasticité du prix à l'accessibilité est $\theta = 0{,}25$ dans la seconde forme de l'équation (5.16), de quel pourcentage le prix diffère-t-il entre A et B, et entre B et C, pour chaque valeur de λ ? (c) Montrez qu'avec un seul centre et λ donné, la seconde forme de l'équation (5.16) se ramène à la première, et discutez ce que l'on perd et ce que l'on gagne à imposer les masses E_k plutôt qu'à estimer un coefficient par distance.

Pour aller plus loin

Les textes fondateurs se lisent encore avec profit : le chapitre sur la rente de Ricardo (1817), les premiers chapitres de Thünen (1826) dans la traduction anglaise de Wartenberg, et Alonso (1964), qui reste la présentation la plus intuitive des courbes d'enchère. Muth (1969) et Mills (1967) donnent au modèle monocentrique sa forme opératoire, avec la production de logement et les gradients de densité ; la synthèse de Duranton et Puga (2015) dans

le *Handbook of Regional and Urban Economics* présente l'état des tests empiriques et des extensions, dont le polycentrisme et la durabilité du bâti. Sur le prix des terrains en ville qui croît, on lira Capozza et Helsley (1989) et Capozza et Helsley (1990) et Rosenthal et Helsley (1994) ; sur la part du terrain dans la valeur et la volatilité des logements, Davis et Heathcote (2007), Knoll et al. (2017) et Albouy et al. (2018). DiPasquale et Wheaton (1996) relient l'économie urbaine aux marchés immobiliers dans un manuel accessible, et Rosen (1974) fournit le cadre hédonique dans lequel la capitalisation des aménités se mesure. Pour le Québec, les travaux de Des Rosiers, Thériault et leurs collègues sur l'accessibilité et le voisinage à Québec (Des Rosiers et al. 2000 ; Kestens et al. 2006 ; Thériault et Des Rosiers 2011) et ceux de Dubé et ses coauteurs sur la capitalisation du transport collectif à Montréal (Dubé et al. 2013 ; Dubé et al. 2014) sont les références à consulter avant de spécifier un modèle de localisation ; le chapitre 19 en poursuit la lecture.

PARTIE II

Droit, fiscalité et normes

CHAPITRE 6

6

Code civil et droit immobilier

L'évaluateur n'estime jamais la valeur d'une maison, d'un triplex ou d'un immeuble de douze logements : il estime la valeur d'un *droit* sur cet immeuble, et c'est le Code civil du Québec qui dit quels droits existent, ce qu'ils permettent, combien de temps ils durent et comment ils se transmettent. Deux immeubles physiquement identiques peuvent valoir des sommes très différentes parce que l'un est détenu en pleine propriété libre de toute charge, tandis que l'autre est grevé d'un usufruit viager, d'une servitude de passage, d'une emphytéose qui s'éteint dans vingt ans ou de baux que l'acquéreur devra respecter. Le présent chapitre parcourt les dispositions du Code civil dont l'évaluateur résidentiel et multirésidentiel a besoin, non pour en faire un juriste, mais pour qu'il sache reconnaître le droit qu'il évalue, les charges qui le grèvent et les vérifications qui s'imposent avant de conclure. Il traite successivement des biens et de la propriété, des modalités et des démembrements du droit de propriété, du contrat de vente et de ses garanties, de l'hypothèque, du louage, puis de la publicité des droits au registre foncier ; il se termine par une liste de conséquences pratiques. Chaque disposition est reliée à son effet sur la valeur, et un exemple intégral montre comment le partage d'un même immeuble entre un usufruitier et un nu-propriétaire, ou entre un emphytéote et un propriétaire, se traduit en dollars. Les chapitres 7 à 9 prolongent ce chapitre vers le cadastre et la copropriété, l'urbanisme et la fiscalité municipale ; les chapitres 26 et 34 reprennent en détail le bail de logement.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- distinguer, au sens du Code civil, les immeubles des meubles et en tirer les conséquences pour la délimitation de l'objet évalué et la lecture des prix de vente ;
- reconnaître les modalités de la propriété (indivision, copropriété divise, propriété superficiaire) et les démembrements (usufruit, usage, servitude, emphytéose), et dire pour chacun quel droit s'évalue et sur quelle durée ;
- dériver et appliquer les formules qui partagent la valeur d'un immeuble entre l'usufruitier et le nu-propriétaire, à terme fixe ou viager, et entre l'emphytéote et le propriétaire ;
- lire un acte de vente et les formulaires obligatoires du courtage à la lumière des

garanties légales, et qualifier un comparable vendu avec ou sans garantie, sous contrôle de justice ou en reprise ;
- expliquer le rôle de l'hypothèque et de son rang, et celui du bail dans la transmission de l'immeuble ;
- utiliser le registre foncier (index des immeubles, chaîne de titres, actes) comme source de vérification des droits et des prix, en connaître les présomptions et les coûts ;
- intégrer ces vérifications dans la démarche d'évaluation et dans le rapport, conformément aux normes de pratique.

6.1 Biens, immeubles et droit de propriété

6.1.1 Ce qui est immeuble et ce qui ne l'est pas

Le Code civil divise les biens en immeubles et en meubles (Québec 1991, art. 899). Sont immeubles « les fonds de terre, les constructions et ouvrages à caractère permanent qui s'y trouvent et tout ce qui en fait partie intégrante » (Québec 1991, art. 900). Font partie intégrante les meubles incorporés à l'immeuble qui « perdent leur individualité et assurent l'utilité de l'immeuble » (Québec 1991, art. 901) : la tuyauterie, le filage, la fournaise raccordée, les armoires fixées, les fenêtres. Une troisième catégorie importe particulièrement à l'évaluateur : les meubles qui sont « à demeure, matériellement attachés ou réunis à l'immeuble » sans y être incorporés demeurent immeubles « tant qu'ils y restent et assurent l'utilité de l'immeuble », sauf s'ils servent, dans l'immeuble, « à l'exploitation d'une entreprise ou à la poursuite d'activités », auquel cas ils demeurent meubles (Québec 1991, art. 903). Une thermopompe murale, un lave-vaisselle encastré ou un système d'alarme câblé sont immeubles par attache ; les équipements d'une garderie ou d'un salon de coiffure exploités au rez-de-chaussée d'un plex restent meubles, même boulonnés au sol.

Cette classification n'est pas une subtilité de juriste : elle délimite l'objet évalué et conditionne la lecture des prix. La valeur marchande d'un immeuble résidentiel porte sur le fonds de terre, les constructions permanentes, les parties intégrantes et les meubles immobilisés par attache ; elle ne porte pas sur les électroménagers autonomes, les meubles, les rideaux ni les équipements d'exploitation. Lorsqu'un acte de vente ou une promesse d'achat inclut de tels biens meubles dans le prix, la contrepartie qui leur est attribuable doit être retranchée avant toute comparaison, et la valeur que les parties leur ont donnée dans l'acte, souvent fixée pour des motifs fiscaux, ne reflète pas nécessairement leur valeur (chapitre 16). La même frontière gouverne la base d'imposition des droits sur les mutations immobilières, qui inclut dans l'« immeuble » certains meubles attachés à demeure (Québec 1976, art. 1.0.1), et la définition de l'immeuble portée au rôle d'évaluation foncière, qui ajoute à l'immeuble du Code civil « tout meuble … qui est attaché à demeure », sous réserve des meubles d'exploitation de certaines catégories d'immeubles (Québec 1979b, art. 1) ; le chapitre 9 y revient. Les normes de pratique de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec rangent d'ailleurs le traitement des biens meubles parmi les éléments de la substance de toute évaluation (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 1.2).

Définition 6.1 : Objet de l'évaluation immobilière

L'objet d'une évaluation immobilière est un **droit réel** portant sur un immeuble au sens des articles 899 à 903 du Code civil, c'est-à-dire sur le fonds de terre, les constructions et ouvrages permanents, leurs parties intégrantes et les meubles qui y sont attachés à demeure, à l'exclusion des meubles d'exploitation et des autres biens meubles. Le rapport doit identifier ce droit (pleine propriété, part indivise, fraction de copropriété divise, usufruit, nue-propriété, emphytéose, droit du locateur, etc.), les charges qui le grèvent et la date à laquelle il est évalué.

6.1.2 La propriété et l'accession

La propriété est « le droit d'user, de jouir et de disposer librement et complètement d'un bien », sous réserve des limites fixées par la loi ; elle « est susceptible de modalités et de démembrements » (Québec 1991, art. 947). Cette définition fonde ce que la pratique nord-américaine appelle le **pleine propriété** : le faisceau complet des prérogatives, qui sert de base de valeur de référence à toutes les méthodes d'évaluation (chapitre 2). Les trois verbes de l'article 947 correspondent aux trois sources de la valeur immobilière : l'usage (habiter), la jouissance (percevoir les fruits, c'est-à-dire les loyers) et la disposition (vendre, hypothéquer, léguer). Un droit qui ne confère que l'un ou deux de ces attributs vaut moins que la pleine propriété, et la différence est précisément ce que ce chapitre apprend à mesurer.

La propriété s'étend par accession « à ce qu'il produit et à ce qui s'y unit » (Québec 1991, art. 948). « La propriété du sol emporte celle du dessus et du dessous » (Québec 1991, art. 951), sous réserve des droits publics sur les mines, les hydrocarbures et les eaux souterraines, et les constructions sur un immeuble « sont présumés avoir été faits par le propriétaire, à ses frais, et lui appartenir » (Québec 1991, art. 955). Pour l'évaluateur, ces règles ont deux conséquences. La première est que, sauf titre contraire publié, le bâtiment et le terrain appartiennent à la même personne et se vendent ensemble : la décomposition entre la valeur du terrain et celle des améliorations, que pratique la méthode du coût (chapitres 21 et 25), est une construction analytique et non une réalité juridique. La seconde est que la présomption de l'article 955 est simple : lorsqu'une convention de propriété superficiaire a été publiée (section 6.2), le propriétaire du sol et celui du bâtiment diffèrent, et attribuer la valeur du bâtiment au propriétaire du sol serait une erreur. L'article 951 fonde aussi la valeur des droits aériens et souterrains, que l'évaluateur rencontre dans les projets de densification et que le chapitre 41 aborde.

6.1.3 Une matrice des dispositions utiles

Le tableau 6.1 regroupe, par thème, les dispositions du Code civil et des lois connexes que ce chapitre mobilise, avec l'effet qu'elles produisent sur l'évaluation. La liste est une sélection ; le registre des dispositions vérifiées du dépôt (`sources/normes-A.csv`) en contient davantage, notamment pour la copropriété divise (chapitres 7 et 42) et le bail de logement (chapitres 26 et 34). Chaque disposition a été lue dans le texte refondu à jour au 15 octobre 2026.

Tableau 6.1. Dispositions du Code civil du Québec et des lois connexes mobilisées dans ce chapitre, et leur effet sur l'évaluation (sélection)

Thème	Dispositions	Effet sur l'évaluation
Biens	C.c.Q., art. 899–903	Délimite l'objet évalué ; meubles attachés à demeure inclus, meubles d'exploitation exclus ; retrancher la contrepartie des meubles dans les prix de vente
Propriété, accession	art. 947, 948, 951, 955	Pleine propriété comme base de référence ; terrain et bâtiment présumés du même propriétaire ; droits aériens et souterrains
Indivision	art. 1010, 1014, 1015, 1019, 1022, 1030	La part indivise est un bien distinct, hypothécable, à évaluer avec la convention publiée (usage exclusif, préemption, durée) et une décote d'illiquidité
Copropriété divise	art. 1038–1041, 1052–1053, 1064, 1068.1–1070	La fraction (partie privative + quote-part) est l'objet évalué ; documents du syndicat (renvoi au chapitre 7)
Propriété superficiaire	art. 1110–1118, 1040	Bâtiment et tréfonds appartiennent à des personnes différentes ; terme, indemnité de fin de superficie, seuil de 50 ans pour la copropriété
Usufruit, usage	art. 1119–1130, 1151–1152, 1162–1163, 1171–1176	Partage de la valeur entre usufruitier et nu-propriétaire selon la durée (terme, vie) ; charges d'entretien ; droit d'usage incessible
Servitude	art. 1177, 1181–1182, 1186, 1189, 1191	Charge réelle qui suit les fonds ; ajustement du fonds servant et du fonds dominant ; rachat possible
Emphytéose	art. 1195–1200, 1203, 1208–1210	Droit temporaire (10 à 100 ans) ; valeur de l'emphytéote décroissante avec la durée restante ; reprise des constructions par le propriétaire
Vente et garanties	art. 1708, 1716, 1719–1720, 1723, 1725–1733, 1739	Garanties légales de plein droit ; ventes « sans garantie légale » ou sous contrôle de justice comme comparables atypiques ; quantum du vice caché
Hypothèque	art. 2660–2665, 2693–2695, 2748, 2778	Droit réel accessoire ; rang ; hypothèque des loyers en multilogement ; contexte des ventes en reprise
Louage	art. 1851, 1854, 1864, 1892–1893, 1936–1937, 1941–1947, 1955	L'acquéreur reprend les baux ; loyers en place et encadrement comme base du revenu
Publicité des droits	art. 2934, 2938, 2941–2947, 2969–2972.1, 3026–3030 ; CCQ, r. 6, art. 4–5	Registre foncier comme source officielle des droits et des prix ; présomptions de connaissance et d'existence ; plan cadastral présumé exact
Mutations	D-15.1, art. 1, 1.0.1, 2, 2.1, 6, 9–10, 17–20.1	Coût de transaction ; emphytéose et bail de plus de 40 ans assimilés à un transfert ; transferts exonérés à écarter des comparables
Courtage	C-73.2, art. 1–3, 23–26, 129.1–129.2 ; C-73.2, r. 1, art. 5, 82–85, 118	Formulaires obligatoires (DV, PA) comme sources d'information datées ; mention « sans garantie légale » des fiches

Source : sélection de l'auteur d'après `sources/normes-A.csv` ; textes refondus à jour au 15 octobre 2026 (lois) et au 1er juillet 2026 (règlements), consultés le 31 octobre 2026 (Québec 1991 ; Québec 1976 ; Québec 2008 ; Québec 2010 ; Québec 1993b).

6.2 Les modalités de la propriété

Le Code civil distingue les **modalités** de la propriété, qui aménagent la façon dont un droit de propriété entier est détenu, des **démembrements**, qui en détachent certaines prérogatives au profit d'une autre personne. Les modalités sont la copropriété, indivise ou divise, et la propriété superficiaire ; les démembrements sont l'usufruit, l'usage, la servitude et l'emphytéose. La figure 6.1 propose la série de questions que l'évaluateur doit se poser pour déterminer le droit qu'il évalue ; les sections qui suivent développent chaque branche.

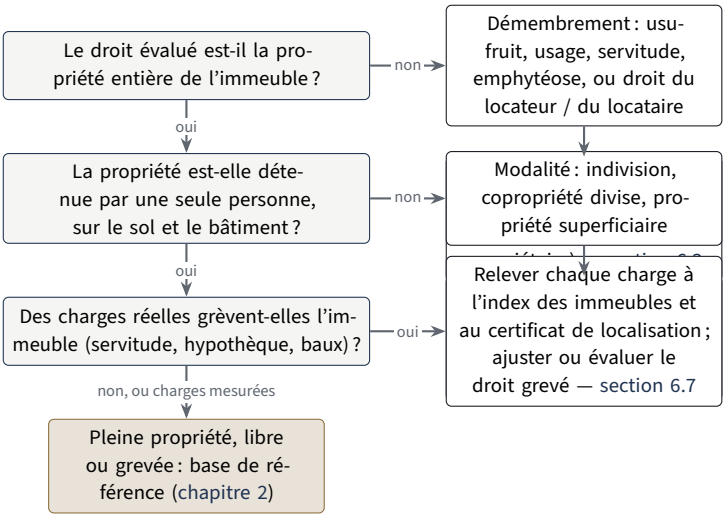


Figure 6.1. Quel droit évalue-t-on ? Trois questions successives conduisent de l'immeuble physique au droit réel évalué : un démembrement, une modalité de la propriété, ou la pleine propriété libre ou grevée de charges. Chaque branche renvoie à la section qui en traite.
Source : schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch06.tex`), d'après les art. 947, 1009 et s. et 1119 C.c.Q.

6.2.1 L'indivision

La copropriété est « la propriété que plusieurs personnes ont ensemble et concurremment sur un même bien, chacune d'elles étant investie, privativement, d'une quote-part du droit » ; elle est dite par indivision « lorsque le droit de propriété ne s'accompagne pas d'une division matérielle du bien », et divise lorsque le droit « se répartit entre les copropriétaires par fractions comprenant chacune une partie privative, matériellement divisée, et une quote-part des parties communes » (Québec 1991, art. 1010). L'indivision est fréquente au Québec dans deux situations qui intéressent directement l'évaluateur résidentiel : la détention d'un plex par plusieurs ménages qui occupent chacun un logement sans avoir constitué de copropriété divise, et la détention d'un immeuble locatif par des associés ou des héritiers.

Les parts des indivisaires « sont présumées égales » et chacun a, relativement à sa part, « les droits et les obligations d'un propriétaire exclusif » : il peut l'aliéner ou l'hypothéquer, et ses créanciers peuvent la saisir (Québec 1991, art. 1015). La part indivise est donc un bien distinct, susceptible d'être évalué séparément, et elle l'est effectivement lorsqu'un indivisaire vend sa part, lorsqu'un prêteur la prend en garantie ou lors d'un partage. L'indivision conventionnelle portant sur un immeuble « doit être publiée pour être opposable aux tiers »,

et la publication porte notamment sur la durée prévue de l'indivision, sur l'identification des parts et, le cas échéant, sur les droits de préemption ou « l'attribution d'un droit d'usage ou de jouissance exclusive d'une partie du bien indivis » (Québec 1991, art. 1014). Cette convention est la première pièce que l'évaluateur d'une part indivise doit lire : c'est elle qui dit si la part donne l'usage exclusif d'un logement précis, si l'indivisaire peut vendre librement ou doit d'abord offrir sa part aux autres, et combien de temps l'indivision doit durer. Les indivisaires sont tenus, à proportion de leur part, « des frais d'administration et des autres charges communes » (Québec 1991, art. 1019), ce qui fixe la clé de répartition des dépenses dans l'approche du revenu. Deux règles supplétives complètent le tableau : à défaut de droits de préemption publiés, tout indivisaire peut, dans les 60 jours où il apprend qu'un tiers a acquis une part à titre onéreux, l'écarter en lui remboursant le prix et les frais, ce droit de retrait devant s'exercer dans l'année de l'acquisition (Québec 1991, art. 1022) ; et « nul n'est tenu de demeurer dans l'indivision », le partage pouvant toujours être provoqué sauf report conventionnel, testamentaire ou judiciaire (Québec 1991, art. 1030).

Ces dispositions expliquent pourquoi une part indivise ne vaut généralement pas sa quote-part arithmétique de la valeur du tout. L'acheteur d'une part acquiert un bien moins liquide qu'une fraction divise : le marché des acquéreurs est plus étroit, le financement est plus difficile, le droit de retrait de l'article 1022 fait peser une incertitude sur toute vente à un tiers, et l'acheteur dépend de ses coïndivisaires pour les décisions d'administration. Il est d'usage de représenter cet écart par une **décote d'indivision** appliquée à la quote-part :

$$V_{\text{part}} = q\,V\,(1 - d), \tag{6.1}$$

où q est la quote-part, V la valeur marchande de l'immeuble entier en pleine propriété et d la décote. Le Code ne fixe aucune décote et aucune source publique québécoise n'en publie la mesure ; sa grandeur dépend de la convention d'indivision (une convention publiée qui attribue l'usage exclusif d'un logement et écarte le droit de retrait réduit d), de la taille de la part (une part majoritaire se décote moins) et du marché local. La meilleure méthode reste la comparaison avec des ventes de parts indivises, lorsque le registre foncier en révèle ; à défaut, la décote est une hypothèse que le rapport doit déclarer et motiver. L'exercice 6.3 applique cette équation.

6.2.2 La copropriété divise

La **copropriété divise** est établie par la publication d'une déclaration qui divise l'immeuble en fractions (Québec 1991, art. 1038) ; dès cette publication, la collectivité des copropriétaires forme une personne morale, le syndicat (Québec 1991, art. 1039). La valeur relative de chaque fraction, déterminée dans la déclaration, est établie « en fonction de la nature, de la destination, des dimensions et de la situation de la partie privative », sans tenir compte de son utilisation (Québec 1991, art. 1041) ; elle sert de clé aux charges et aux voix, et elle ne doit pas être confondue avec la valeur marchande de la fraction. L'objet évalué est ici la fraction, c'est-à-dire la partie privative et sa quote-part des parties communes (Québec 1991, art. 1010, 1042-1043), avec les droits d'usage restreint (balcon, stationnement, casier) qui lui sont rattachés. Le chapitre 7 détaille la déclaration de copropriété, les parties communes et les documents que le vendeur et le syndicat doivent fournir, dont l'attestation sur l'état de la copropriété en vigueur depuis le 14 août 2025 (Québec 1991, art. 1068.1), et le chapitre 42 traite de l'évaluation des copropriétés et des conversions. Il suffit ici de retenir que la copropriété divise suppose un plan cadastral qui immatricule les parties privatives et

communes (Québec 1991, art. 3030), et qu'elle peut être établie sur un immeuble bâti par un emphytéote ou détenu en propriété superficiaire seulement si la durée non écoulée de ces droits, au moment de la publication de la déclaration, « est supérieure à 50 ans » (Québec 1991, art. 1040) : la durée restante d'un démembrement a donc des effets de seuil, et pas seulement des effets continus.

6.2.3 La propriété superficiaire

La **propriété superficiaire** « résulte de la division de l'objet du droit de propriété portant sur un immeuble, de la cession du droit d'accession ou de la renonciation au bénéfice de l'accession » (Québec 1991, art. 1110). Elle sépare le propriétaire du tréfonds, le **tréfoncier**, du propriétaire des constructions, le **superficiaire**. Chacun supporte les charges grevant l'objet de son droit (Québec 1991, art. 1112) ; le droit du superficiaire à l'usage du tréfonds est réglé par la convention et, à défaut, le tréfonds est grevé des servitudes nécessaires (Québec 1991, art. 1111). La propriété superficiaire « peut être perpétuelle, mais un terme peut être fixé par la convention » (Québec 1991, art. 1113) ; elle prend fin par la réunion des deux qualités dans une même personne, par l'avènement d'une condition résolutoire ou par l'arrivée du terme (Québec 1991, art. 1114). La règle de fin est celle qui compte pour l'évaluation : à l'expiration, « le tréfoncier acquiert par accession la propriété des constructions … en en payant la valeur au superficiaire », mais si cette valeur est égale ou supérieure à celle du tréfonds, le superficiaire a le droit d'acquérir le tréfonds en en payant la valeur, à moins qu'il ne préfère enlever ses constructions (Québec 1991, art. 1116) ; faute d'entente sur le prix, le tribunal le fixe et le jugement vaut titre (Québec 1991, art. 1118).

On rencontre la propriété superficiaire dans les maisons construites sur un terrain loué ou appartenant à un tiers, dans certains ensembles sur terres publiques ou institutionnelles, et dans les montages où un promoteur construit sur le fonds d'autrui. L'évaluateur doit alors évaluer deux droits, celui du superficiaire sur le bâtiment, avec le terme et l'indemnité de fin que la convention prévoit, et celui du tréfoncier sur le sol, avec la réversion. Contrairement à l'emphytéose, le superficiaire dont le droit est à terme a vocation, en principe, à être indemnisé de la valeur de ses constructions à la fin (Québec 1991, art. 1116), ce qui change profondément la courbe de valeur de son droit avec la durée restante : il perd l'usage du sol, non les constructions. Le tableau 6.2 compare les régimes.

6.3 Les démembrements du droit de propriété

« L'usufruit, l'usage, la servitude et l'emphytéose sont des démembrements du droit de propriété et constituent des droits réels » (Québec 1991, art. 1119). Un démembrement détache de la propriété certains attributs au profit d'une personne autre que le propriétaire ; ce qui reste à ce dernier s'appelle la nue-propriété dans le cas de l'usufruit, et le droit du propriétaire ou du bailleur emphytéotique dans le cas de l'emphytéose. Puisque les attributs détachés et les attributs conservés forment ensemble la pleine propriété, il est naturel de poser que la valeur du démembrement et celle de son complément somment à la valeur de la pleine propriété. Cette identité est vraie dans un monde sans frictions ; les écarts qu'elle présente en pratique sont instructifs et seront discutés à la section 6.8.

Tableau 6.2. Modalités et démembrements du droit de propriété : régime juridique et conséquences pour l'évaluation

Droit	Contenu et durée	Fin du droit et sort des constructions	Ce que l'évaluateur estime
Usufruit (art. 1120–1130, 1151, 1162)	User et jouir du bien d'autrui « comme le propriétaire lui-même », à charge d'en conserver la substance ; fruits à l'usufruitier, entretien à sa charge, réparations majeures au nu-propriétaire. Au plus 100 ans ; sans terme : viager (30 ans pour une personne morale).	Terme, décès, réunion, déchéance, non-usage de 10 ans ; le nu-propriétaire recouvre la pleine propriété sans indemnité.	Usufruit = fruits nets actualisés sur la durée, certaine ou aléatoire ; nue-propriété = réversion actualisée ; convertible en rente (art. 1171).
Usage (art. 1172–1176)	Se servir du bien et en percevoir les fruits « jusqu'à concurrence des besoins de l'usager » et des siens ; temporaire, souvent viager.	Comme l'usufruit ; droit incessible et insaisissable sauf stipulation (art. 1173).	Décote de la pleine propriété grevée ; pas de marché du droit lui-même.
Servitude (art. 1177–1191)	Charge sur le fonds servant au profit du fonds dominant : tolérer certains actes ou s'abstenir ; perpétuelle ou à terme ; suit les fonds (art. 1182).	Réunion, renonciation, terme, rachat, non-usage de 10 ans ; rachat judiciaire du passage si disproportion (art. 1189).	Moins-value du fonds servant, plus-value du fonds dominant ; ajustement des comparables ; prix de rachat.
Emphytéose (art. 1195–1210)	Utiliser pleinement l'immeuble d'autrui, à charge d'y faire des constructions qui en augmentent durablement la valeur ; réparations même majeures à l'emphytéote (art. 1203) ; de 10 à 100 ans ; renouvelable si terrain de copropriété ou immeuble déjà bâti (art. 1198).	Terme, perte, résiliation, réunion, non-usage, abandon ; le propriétaire reprend l'immeuble libre de charges avec les constructions prévues (art. 1209–1210).	Emphytéote = flux nets de la rente sur la durée restante ; propriétaire = rentes + reprise ; seuils de 40 ans (mutations) et de 50 ans (copropriété).
Propriété superficiaire (art. 1110–1118)	Propriété des constructions distincte de celle du tréfonds ; perpétuelle ou à terme.	Réunion, condition, terme ; le tréfoncier acquiert les constructions en en payant la valeur, ou le superficiaire achète le tréfonds (art. 1116).	Deux pleines propriétés sur des objets différents ; indemnité de fin et servitudes d'usage du sol à modéliser.
Part indivise (art. 1010–1030)	Quote-part d'un droit de propriété non divisé matériellement ; durée de l'indivision selon la convention publiée.	Partage, cession ; droit de retrait des coïndivisaires (art. 1022).	Quote-part de la valeur du tout moins une décote d'illiquidité, selon la convention.

Source : synthèse de l'auteur d'après le Code civil du Québec, texte à jour au 15 octobre 2026 (Québec 1991) ; vocabulaire comparé dans Appraisal Institute (2022) et Achour (1992).

6.3.1 L'usufruit et l'usage

L'**usufruit** « est le droit d'user et de jouir, pendant un certain temps, d'un bien dont un autre a la propriété, comme le propriétaire lui-même, mais à charge d'en conserver la substance » (Québec 1991, art. 1120). Il s'établit par contrat, par testament ou par la loi (Québec 1991, art. 1121), et sa durée « ne peut excéder 100 ans » ; l'usufruit accordé sans terme « est viager ou, si l'usufruitier est une personne morale, trentenaire » (Québec 1991, art. 1123). L'usufruitier « fait siens les fruits et revenus que produit le bien » (Québec 1991, art. 1126), qui se comptent jour par jour entre lui et le nu-propriétaire (Québec 1991, art. 1130) ; l'entretien est à sa charge, tandis que les réparations majeures, celles qui portent sur une partie importante du bien et nécessitent une dépense exceptionnelle, comme la toiture, les murs portants ou les systèmes de chauffage, d'électricité et de plomberie, incombent en principe au nu-propriétaire (Québec 1991, art. 1151–1152). L'usufruit s'éteint notamment par l'arrivée du terme, par le décès de l'usufruitier, par la réunion des deux qualités dans la même personne et par le non-usage pendant dix ans (Québec 1991, art. 1162), et le nu-propriétaire recouvre alors la pleine propriété. L'usufruitier qui éprouve des difficultés sérieuses à remplir ses obligations peut exiger la conversion de son droit en rente, que le tribunal fixe à défaut d'entente « en tenant compte, notamment, de l'étendue du droit, de sa durée, ainsi que des fruits et revenus qui en sont tirés » (Québec 1991, art. 1171) : c'est une invitation explicite au calcul actuariel que la section 6.8 conduit.

L'usufruit est fréquent en matière résidentielle dans les planifications successorales : un conjoint survivant reçoit l'usufruit viager de la résidence, les enfants la nue-propriété. L'évaluateur est alors sollicité pour partager la valeur, que ce soit pour l'impôt, pour un partage entre héritiers, pour une vente de la nue-propriété ou pour une conversion en rente. Le droit d'usage est la version restreinte de l'usufruit : il permet de se servir du bien et d'en percevoir les fruits « jusqu'à concurrence des besoins de l'usager et des personnes qui habitent avec lui ou sont à sa charge » (Québec 1991, art. 1172), il est incessible et insaisissable sauf stipulation contraire (Québec 1991, art. 1173), et les règles de l'usufruit lui sont applicables pour le reste, sauf la conversion en rente lorsque le droit n'est pas cessible (Québec 1991, art. 1176). Parce qu'il n'a pas de marché, le droit d'usage n'a pas de valeur d'échange au sens propre ; ce que l'évaluateur mesure, c'est la décote qu'il impose à la propriété grevée, par les mêmes outils que pour l'usufruit, en traitant l'usager comme un usufruitier dont les fruits sont limités à ses besoins.

Le partage de la valeur : terme fixe

Soit un immeuble dont la valeur en pleine propriété est V et dont la valeur locative nette, c'est-à-dire le loyer de marché diminué des charges qui incombent à l'usufruitier, est L la première année et croît au taux g. Dans le cadre du modèle de Gordon que le chapitre 29 développe, la pleine propriété vaut la somme actualisée de tous les fruits futurs au taux r :

$$V = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{L\,(1+g)^{t-1}}{(1+r)^t} = \frac{L}{r-g}, \qquad r > g, \tag{6.2}$$

de sorte que la valeur locative nette cohérente avec V est $L = (r-g)\,V$. L'usufruitier à terme fixe de n années reçoit les n premiers fruits ; le nu-propriétaire reçoit tout le reste, c'est-à-dire la pleine propriété à la fin de l'année n, dont la valeur sera alors $V_n = V(1+g)^n$

si les hypothèses se maintiennent. On obtient

$$U_n = \sum_{t=1}^{n} \frac{L\,(1+g)^{t-1}}{(1+r)^t} = V\left[1 - \left(\frac{1+g}{1+r}\right)^n\right], \tag{6.3}$$

$$NP_n = \frac{V(1+g)^n}{(1+r)^n} = V\left(\frac{1+g}{1+r}\right)^n, \tag{6.4}$$

et l'identité $U_n + NP_n = V$ est immédiate. La part de la nue-propriété ne dépend que de la durée et de l'écart entre le taux d'actualisation et la croissance des fruits ; avec $g = 0$, elle se réduit au facteur d'actualisation $(1+r)^{-n}$. Plus l'usufruit est long et plus le taux est élevé, plus la nue-propriété est faible : à 5 % et $g = 1{,}5$ %, elle vaut encore 71 % de la pleine propriété après dix ans, mais 36 % après trente ans (section 6.8).

Le partage de la valeur : usufruit viager

Lorsque l'usufruit est viager, la durée est aléatoire et dépend de la survie de l'usufruitier. Notons x son âge à la date d'évaluation et ${}_tp_x$ la probabilité qu'il soit encore vivant t années plus tard. La convention adoptée ici, qui simplifie le décompte jour par jour de l'article 1130, est que le fruit de l'année t revient à l'usufruitier s'il est vivant au début de cette année, avec probabilité ${}_{t-1}p_x$, et que le nu-propriétaire recouvre la pleine propriété à la fin de l'année du décès. La valeur de l'usufruit viager est l'espérance de la somme actualisée des fruits :

$$U_x = \sum_{t=1}^{\omega - x} \frac{{}_{t-1}p_x\; L\,(1+g)^{t-1}}{(1+r)^t}, \tag{6.5}$$

où ω est l'âge limite de la table de mortalité, et la nue-propriété s'obtient soit par complément, $NP_x = V - U_x$, soit directement comme l'espérance de la réversion actualisée :

$$NP_x = \sum_{t=1}^{\omega - x} \frac{({}_{t-1}p_x - {}_tp_x)\,V(1+g)^t}{(1+r)^t}. \tag{6.6}$$

Proposition 6.1 : Identité du partage viager

Sous les hypothèses de l'équation (6.2) et la convention de décompte annuel ci-dessus, les deux expressions de la nue-propriété coïncident et $U_x + NP_x = V$ pour tout âge x et toute table de mortalité telle que ${}_{\omega-x}p_x = 0$.

Démonstration. Posons $v = (1+r)^{-1}$, $V_t = V(1+g)^t$ et $L_t = L(1+g)^{t-1} = (r-g)V_{t-1}$. Alors $L_t + V_t = (r - g + 1 + g)\,V_{t-1} = (1+r)\,V_{t-1}$. La somme des deux expressions (6.5) et (6.6) s'écrit

$$\sum_{t=1}^{\omega - x} v^t \left[{}_{t-1}p_x\,(L_t + V_t) - {}_tp_x\,V_t\right] = \sum_{t=1}^{\omega - x} \left[v^{t-1}\,{}_{t-1}p_x\,V_{t-1} - v^t\,{}_tp_x\,V_t\right],$$

somme télescopique dont il ne reste que le premier terme, $v^0\,{}_0p_x\,V_0 = V$, puisque ${}_{\omega-x}p_x = 0$. Donc $U_x + NP_x^{\text{direct}} = V$, et $NP_x^{\text{direct}} = V - U_x$. □

La proposition a une portée pratique : elle fournit un contrôle interne du calcul, que le script du chapitre et ses tests appliquent, et elle rappelle que toute hypothèse qui rompt l'identité, par exemple des taux d'actualisation différents pour l'usufruitier et le nu-propriétaire,

produit une somme des deux droits différente de la pleine propriété, ce qui n'est pas une erreur mais une information sur les frictions du marché des droits démembrés. Une approximation courante consiste à remplacer la durée aléatoire par un terme fixe égal à la durée espérée du droit, c'est-à-dire l'espérance de vie de l'usufruitier e_x augmentée d'une demi-année sous la convention de décompte annuel retenue ici, et à appliquer les équations (6.3) et (6.4). Parce que le facteur d'actualisation est une fonction convexe de la durée, l'inégalité de Jensen implique que l'annuité espérée est inférieure à l'annuité calculée sur la durée espérée : l'approximation surestime l'usufruit et sous-estime la nue-propriété, d'un montant qui dépend de la dispersion de la durée de vie restante et du taux. La section 6.8 chiffre cet écart ; il est modeste aux taux usuels, mais il n'est pas nul et il est systématique.

En pratique

La table de mortalité est une hypothèse de l'évaluation au même titre que le taux d'actualisation, et le rapport doit la nommer. Pour une évaluation réelle, l'évaluateur utilise une table publiée et datée, en précisant le sexe et la période ; les tables complètes de mortalité de Statistique Canada, dont la version diffusée le 13 janvier 2026 couvre le Canada et les provinces (Statistique Canada 2026g), en sont la source publique de référence, et les tables prescrites par l'administration fiscale ou par l'Institut canadien des actuaires s'imposent selon la fin de l'évaluation. L'exemple de ce chapitre emploie une table *synthétique* à seule fin pédagogique ; ses valeurs ne doivent pas être réutilisées dans un rapport. L'âge de l'usufruitier à la date d'évaluation, son sexe et son état de santé connu sont des faits à documenter, et l'usufruit constitué au profit de deux personnes conjointement, qui dure jusqu'au dernier décès, exige une table de survie conjointe.

6.3.2 La servitude

La **servitude** « est une charge imposée sur un immeuble, le fonds servant, en faveur d'un autre immeuble, le fonds dominant, et qui appartient à un propriétaire différent » ; elle oblige le propriétaire du fonds servant « à supporter, de la part du propriétaire du fonds dominant, certains actes d'usage ou à s'abstenir lui-même d'exercer certains droits inhérents à la propriété » (Québec 1991, art. 1177). Elle s'établit « par contrat, par testament, par destination du propriétaire ou par l'effet de la loi », et « la possession, même immémoriale, ne suffit pas à cet effet » (Québec 1991, art. 1181) : un passage toléré depuis quarante ans n'est pas une servitude, et une servitude inscrite ne cesse pas d'exister parce qu'on ne la voit pas sur le terrain. Les mutations de propriété ne portent pas atteinte à la servitude, qui « suit les immeubles en quelques mains qu'ils passent, sous réserve des dispositions relatives à la publicité des droits » (Québec 1991, art. 1182). Le propriétaire du fonds dominant ne peut aggraver la situation du fonds servant, et celui du fonds servant ne peut diminuer l'exercice de la servitude, mais il peut en déplacer l'assiette à ses frais si l'exercice reste aussi commode (Québec 1991, art. 1186). La servitude s'éteint par la réunion des deux fonds dans une même personne, par la renonciation du fonds dominant, par l'arrivée du terme, par le rachat et par le non-usage pendant dix ans (Québec 1991, art. 1191). Sauf en cas d'enclave, la servitude de passage « peut être rachetée lorsque son utilité pour le fonds dominant est hors de proportion avec l'inconvénient ou la dépréciation qu'elle entraîne pour le fonds servant » ; le tribunal

fixe alors le prix en tenant compte « de l'ancienneté de la servitude et du changement de valeur que la servitude entraîne » pour les deux fonds (Québec 1991, art. 1189).

Les servitudes usuelles en milieu résidentiel sont les servitudes d'utilité publique (Hydro-Québec, télécommunications, égout et aqueduc), les servitudes de passage et de stationnement entre voisins, les servitudes de vue, de non-construction ou de hauteur, et les servitudes de tolérance d'empiétement, fréquentes dans les quartiers anciens de Montréal et de Québec où les murs mitoyens et les balcons débordent sur le lot voisin. Toutes sont des charges réelles publiées : l'évaluateur les relève à l'index des immeubles (section 6.7) et au certificat de localisation, qui en montre l'assiette (chapitre 7). Leur effet sur la valeur est le plus souvent mesuré par différence :

$$\Delta V = V^{\text{sans}} - V^{\text{avec}}, \tag{6.7}$$

estimée par ventes appariées, par la part du terrain rendue inutilisable, par le coût des inconvénients capitalisé ou par le jugement. La formule exprime une moins-value pour le fonds servant ; pour le fonds dominant, une servitude de passage qui désenclave ou un droit de stationnement crée une plus-value, qui n'est pas nécessairement égale à la moins-value du fonds servant, et c'est précisément ce déséquilibre que l'article 1189 permet au tribunal de considérer dans le rachat. Le chapitre 7 développe la mesure par paires sur des données synthétiques et l'exercice 6.4 en donne un aperçu.

6.3.3 L'emphytéose

L'**emphytéose** « est le droit qui permet à une personne, pendant un certain temps, d'utiliser pleinement un immeuble appartenant à autrui et d'en tirer tous ses avantages, à la condition de ne pas en compromettre l'existence et à charge d'y faire des constructions, ouvrages ou plantations qui augmentent sa valeur d'une façon durable » (Québec 1991, art. 1195). Sa durée, stipulée dans l'acte, est « d'au moins 10 ans et d'au plus 100 ans » (Québec 1991, art. 1197). L'emphytéote a, à l'égard de l'immeuble, « tous les droits attachés à la qualité de propriétaire », sous réserve des limitations du Code et de l'acte constitutif, lequel peut accorder au propriétaire des garanties protégeant la valeur et le rendement de l'immeuble (Québec 1991, art. 1200) ; il est tenu « aux réparations, même majeures » (Québec 1991, art. 1203), et ses créanciers peuvent saisir et vendre ses droits, comme ceux du propriétaire peuvent saisir les siens (Québec 1991, art. 1199). L'emphytéose portant sur le terrain d'un immeuble détenu en copropriété ou sur un immeuble déjà bâti peut être renouvelée sans obligation de nouvelles constructions (Québec 1991, art. 1198). Elle prend fin par l'arrivée du terme, la perte ou l'expropriation totales, la résiliation, la réunion des qualités, le non-usage pendant dix ans ou l'abandon (Québec 1991, art. 1208) ; le propriétaire reprend alors l'immeuble « libre de tous droits et charges consentis par l'emphytéote » (Québec 1991, art. 1209), et l'emphytéote doit le remettre en bon état « avec les constructions, ouvrages ou plantations prévus à l'acte constitutif », ce qu'il a ajouté sans y être tenu étant traité comme les impenses d'un possesseur de bonne foi (Québec 1991, art. 1210). Le Code ne prévoit donc, pour les constructions que l'emphytéote était tenu de faire, aucune indemnité à la fin du droit ; l'acte constitutif peut en disposer autrement, et c'est l'une des premières choses à vérifier.

L'emphytéose a été largement utilisée au Québec pour les terrains d'institutions religieuses, d'universités, de municipalités et de sociétés d'État, et pour certaines copropriétés montréalaises bâties sur des terrains emphytéotiques. Sa logique économique est celle d'un

bail foncier très long : l'emphytéote paie une rente, construit à ses frais, exploite l'immeuble pendant la durée, puis le remet. La valeur de son droit est la somme actualisée des revenus nets de la rente sur la durée restante n ; celle du propriétaire est la somme actualisée des rentes, plus la valeur actualisée de l'immeuble entier, constructions comprises, qu'il reprendra à l'échéance. Dans le cadre de l'équation (6.2), avec un revenu net d'exploitation RNE_1 croissant au taux g, une rente annuelle R_e et une valeur de la pleine propriété $V = RNE_1/(r-g)$:

$$V_n^{\text{emph}} = \sum_{t=1}^{n} \frac{RNE_1(1+g)^{t-1} - R_e}{(1+r)^t}, \tag{6.8}$$

$$V_n^{\text{prop}} = \sum_{t=1}^{n} \frac{R_e}{(1+r)^t} + \frac{V(1+g)^n}{(1+r)^n}, \tag{6.9}$$

et l'on vérifie, par le même argument télescopique que dans la proposition 6.1, que $V_n^{\text{emph}} + V_n^{\text{prop}} = V$ lorsque les deux droits sont actualisés au même taux : la rente, payée par l'un et reçue par l'autre, s'annule dans la somme. Deux seuils légaux se superposent à cette courbe continue. La Loi concernant les droits sur les mutations immobilières assimile à un transfert l'établissement d'une emphytéose, la cession des droits de l'emphytéote et le bail dont la durée, prolongations comprises, excède 40 ans (Québec 1976, art. 1) : la cession d'un droit emphytéotique engendre le droit de mutation. Et la copropriété divise ne peut être établie sur l'immeuble bâti par l'emphytéote que si la durée restante dépasse 50 ans (Québec 1991, art. 1040), ce qui ferme une issue de valorisation aux emphytéoses qui approchent de leur terme. Le chapitre 42 examine le cas particulier des copropriétés sur emphytéose.

6.4 La vente et ses garanties

6.4.1 Le contrat de vente et les documents de la transaction

La vente « est le contrat par lequel une personne, le vendeur, transfère la propriété d'un bien à une autre personne, l'acheteur, moyennant un prix en argent » ; le transfert peut aussi porter « sur un démembrement du droit de propriété ou sur tout autre droit » (Québec 1991, art. 1708). La première conséquence pour l'évaluateur tient en une phrase : le prix d'une vente informe sur la valeur du droit vendu, et seulement de celui-là. Une vente d'usufruit, de nue-propriété, de part indivise ou de droits emphytéotiques n'est pas comparable à une vente en pleine propriété, et les bases de données qui recensent les prix de vente ne distinguent pas toujours la nature du droit transféré ; la lecture de l'acte est la seule façon de s'en assurer (section 6.7).

Le vendeur est tenu de délivrer le bien et « d'en garantir le droit de propriété et la qualité », garanties qui « existent de plein droit, sans qu'il soit nécessaire de les stipuler » (Québec 1991, art. 1716). Il remet les titres qu'il possède, une copie de l'acte d'acquisition, des titres antérieurs et du certificat de localisation (Québec 1991, art. 1719), et il doit délivrer « la contenance ou la quantité indiquée au contrat », sauf s'il est évident que le bien individualisé a été vendu sans égard à cette contenance (Québec 1991, art. 1720) ; le chapitre 12 traite des superficies et de cette garantie de contenance. Au titre de la garantie du droit de propriété, le vendeur garantit que le bien « est libre de tous droits, à l'exception de ceux qu'il a déclarés lors de la vente », et il doit purger les hypothèques, même déclarées, à moins que l'acheteur

n'ait assumé la dette (Québec 1991, art. 1723). Depuis la réforme de 2020, il se porte aussi garant « de toute violation aux limitations de droit public qui grèvent le bien et qui échappent au droit commun de la propriété », sauf s'il les a dénoncées, si un acheteur prudent et diligent aurait pu les découvrir, ou si elles ont fait l'objet d'une inscription au Bureau de la publicité foncière (Québec 1991, art. 1725). Les non-conformités au zonage et les constructions sans permis, que le chapitre 8 aborde, relèvent de cette garantie, et l'évaluateur qui les constate doit en mesurer l'effet sur la valeur.

Au Québec, la plupart des ventes résidentielles de moins de cinq logements passent par un courtier et par les formulaires obligatoires élaborés par l'Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec (OACIQ), approuvés par le ministre et publiés à la *Gazette officielle* (Québec 2008, art. 129.1–129.2). Le contrat de courtage résidentiel, défini pour un immeuble principalement résidentiel de moins de cinq logements ou une fraction de copropriété, doit être constaté sur ces formulaires (Québec 2008, art. 23–26). Deux d'entre eux sont des sources d'information de premier ordre pour l'évaluateur. Les **déclarations du vendeur** sur l'immeuble (formulaire DV, version V24 de juin 2022, obligatoire depuis juillet 2012 pour la vente par une personne physique d'un immeuble résidentiel de moins de cinq logements) recensent l'année d'acquisition et de construction, les baux et loyers, les charges et servitudes, les limitations de droit public, l'état du terrain, de l'eau, des fondations, de la toiture, de la plomberie et des systèmes, ainsi que les rapports d'inspection (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a ; Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2026) ; le courtier doit vérifier « conformément aux usages et aux règles de l'art » les renseignements qu'il fournit, découvrir les facteurs pouvant affecter défavorablement les parties ou l'immeuble et en informer toutes les parties (Québec 2010, art. 5, 84-85). La **promesse d'achat** résidentielle (formulaire PA, version V29) stipule que l'immeuble est vendu « avec la garantie légale de propriété et de qualité à moins de stipulation contraire mentionnée à la clause 12.1 », prévoit l'inspection par une personne désignée et incorpore les déclarations du vendeur comme annexe (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022b). Enfin, toute fiche descriptive destinée au public doit indiquer l'existence de déclarations du vendeur et, le cas échéant, que l'immeuble est vendu sans garantie légale (Québec 2010, art. 118), ce qui permet de qualifier un comparable dès la lecture de la fiche. L'évaluateur agréé qui agit dans l'exercice de ses fonctions n'a pas besoin d'un permis de courtage (Québec 2008, art. 3, par. 1°), mais il n'a pas non plus accès de plein droit à ces documents : il les obtient de son client, des parties ou du courtier, et il documente au dossier ce qu'il a pu consulter.

6.4.2 La garantie de qualité et les vices cachés

Le vendeur « est tenu de garantir à l'acheteur que le bien et ses accessoires sont, lors de la vente, exempts de vices cachés » qui le rendent impropre à l'usage ou « qui diminuent tellement son utilité que l'acheteur ne l'aurait pas acheté, ou n'aurait pas donné si haut prix » ; il ne garantit ni le vice connu de l'acheteur ni le vice apparent, et « est apparent le vice qui peut être constaté par un acheteur prudent et diligent sans avoir besoin de recourir à un expert » (Québec 1991, art. 1726). La définition légale mesure donc le vice caché à l'aune du *prix* : un vice est grave lorsqu'il aurait fait renoncer l'acheteur ou baisser le prix, et c'est pourquoi l'évaluateur est régulièrement appelé à quantifier la moins-value dans les litiges. L'acheteur doit dénoncer le vice par écrit au vendeur « dans un délai raisonnable depuis

sa découverte » (Québec 1991, art. 1739). Si le vendeur « connaissait le vice caché ou ne pouvait l'ignorer », il est tenu, outre la restitution du prix, « de réparer le préjudice subi par l'acheteur » (Québec 1991, art. 1728) ; le vendeur professionnel fait l'objet d'une présomption d'existence du vice en cas de détérioration prématurée (Québec 1991, art. 1729).

La Cour suprême du Canada a posé le cadre d'ensemble de la garantie légale contre les vices cachés dans l'arrêt *ABB Inc. c. Domtar Inc.* (Cour suprême du Canada 2007), et la Cour d'appel du Québec a précisé la norme de l'acheteur prudent et diligent dans *Marcoux c. Picard* : « Le test de l'article 1726 C.c.Q. est celui de l'acheteur prudent et diligent et non pas celui de l'expert tatillon » (Cour d'appel du Québec 2008, par. 20), et l'inspection préachat n'est pas une expertise. Pour l'évaluateur, cette norme a deux conséquences. D'une part, l'état apparent du bien à la date de la vente, tel qu'un acheteur raisonnable l'aurait constaté, est l'état que le prix reflète ; les défauts apparents sont présumés compris dans le prix et ne donnent pas lieu à ajustement a posteriori. D'autre part, lorsqu'un vice caché est découvert après la vente, la question posée à l'évaluateur est celle du prix qu'un acheteur informé du vice aurait payé, c'est-à-dire de la valeur du bien affecté à la date de la vente. Il est d'usage de mesurer ce préjudice par le coût des travaux correctifs, diminué de la plus-value que ces travaux procurent au bien lorsqu'ils le remettent dans un état meilleur que celui qu'un acheteur informé pouvait attendre :

$$\Delta P = V^{\text{sans vice}} - V^{\text{avec vice}} \approx C_{\text{rép}} - \Delta V_{\text{plus-value}}, \tag{6.10}$$

la réduction de prix étant le remède du vendeur de bonne foi et les dommages-intérêts s'y ajoutant seulement si le vendeur connaissait le vice (Québec 1991, art. 1727–1728). Cette règle de mesure est rapportée par la doctrine et par la pratique des tribunaux ; aucune décision d'appel la formulant n'a pu être vérifiée à partir d'une source primaire pour cet ouvrage, et le lecteur est invité à la confirmer dans la jurisprudence récente avant de s'en prévaloir. Le chapitre 11 relie cette mesure aux pathologies du bâtiment.

6.4.3 Les ventes sans garantie et les ventes forcées

Les parties « peuvent, dans leur contrat, ajouter aux obligations de la garantie légale, en diminuer les effets, ou l'exclure entièrement », mais le vendeur ne peut jamais se dégager de ses faits personnels (Québec 1991, art. 1732), et il ne peut exclure ni limiter sa responsabilité « s'il n'a pas révélé les vices qu'il connaissait ou ne pouvait ignorer », sauf lorsque « l'acheteur achète à ses risques et périls d'un vendeur non professionnel » (Québec 1991, art. 1733). De là la clause, fréquente dans les ventes de succession, les ventes par un liquidateur et les reventes d'immeubles acquis en reprise : « vendu sans garantie légale, aux risques et périls de l'acheteur ». La vente faite sous contrôle de justice « ne donne lieu à aucune obligation de garantie de qualité » (Québec 1991, art. 1731).

Pour l'évaluateur, ces clauses qualifient les comparables. Un acheteur qui renonce à la garantie légale assume le risque des vices cachés et en demande le prix : toutes choses égales par ailleurs, une vente sans garantie légale s'inscrit à un prix inférieur à une vente avec garantie, d'un montant qui dépend de l'âge et de l'état apparent du bâtiment, de la qualité des déclarations du vendeur et de l'inspection réalisée, et de l'ampleur de la renonciation. Il n'existe pas de barème public de cet écart au Québec ; il est, dans un marché donné, mesurable par comparaison de ventes semblables avec et sans garantie, et il doit sinon être traité comme une hypothèse déclarée. La vente sous contrôle de justice et la vente par le créancier hypothécaire sont doublement atypiques : sans garantie de qualité, et conclues

dans des conditions d'exposition et de motivation qui ne sont pas celles d'une vente de gré à gré. Le tableau 6.3 résume la lecture que l'évaluateur fait des principales mentions d'un acte ou d'une fiche.

Tableau 6.3. Mentions de la vente et lecture du comparable par l'évaluateur

Mention de l'acte, de la promesse ou de la fiche	Fondement	Lecture pour l'analyse des comparables
Vente avec garantie légale de propriété et de qualité	art. 1716, 1726 C.c.Q. ; PA, clause 12.1	Référence : prix d'un bien dont les vices cachés sont garantis par le vendeur
« Sans garantie légale, aux risques et périls de l'acheteur »	art. 1732–1733 C.c.Q. ; fiche descriptive, art. 118 du règlement C-73.2, r. 1	Prix inférieur à conditions égales (risque des vices transféré) ; fréquent pour les successions et les reventes de reprises ; ajustement à mesurer ou à déclarer
Vente sous contrôle de justice ; vente par le créancier	art. 1731, 2748 C.c.Q.	Aucune garantie de qualité, exposition et motivation atypiques : comparable à écarter ou à ajuster fortement
Prise en paiement par le créancier	art. 2748, 2778 C.c.Q.	Pas de prix de marché (extinction de la créance) : ne pas utiliser comme comparable
Transfert exonéré du droit de mutation (ligne directe, conjoints, société contrôlée)	D-15.1, art. 17–20	Transaction entre personnes liées : non représentative du marché
Biens meubles inclus avec contrepartie déclarée	art. 903 C.c.Q. ; D-15.1, art. 1.0.1	Retrancher la contrepartie des meubles ; vérifier la cohérence de la ventilation
Hypothèque assumée par l'acheteur	art. 1723 C.c.Q. ; D-15.1, art. 1 (contrepartie)	Le prix comprend la dette assumée ; vérifier le taux de l'hypothèque reprise (ajustement de financement, chapitre 17)
Déclarations du vendeur (DV) : baux et loyers, charges et servitudes, limitations de droit public, sinistres, rapports d'inspection	formulaire DV, sections D2.6, D2.8, D2.9, D13	Confirme les droits transmis, l'état locatif et l'état connu de l'immeuble ; document de la transaction, non public

Source : synthèse de l'auteur d'après Québec (1991), Québec (1976), Québec (2010), Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec (2022a) et Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec (2022b), consultés le 31 octobre 2026.

6.4.4 Les ventes d'immeubles neufs

La vente d'un immeuble à usage d'habitation, bâti ou à bâtir, par le constructeur ou le promoteur à une personne physique qui l'acquiert pour l'occuper obéit à des règles propres : contrat préliminaire obligatoire avec faculté de dédit de dix jours, indemnité de dédit limitée à 0,5 % du prix, note d'information et budget prévisionnel pour les fractions de copropriété, dont le fonds de prévoyance est fixé « soit à 0,5 % de la valeur de reconstruction de l'immeuble, soit aux recommandations formulées dans une étude », protection des acomptes et recours en remboursement si le budget a été sous-estimé (Québec 1991, art. 1785–1793). Ces règles intéressent l'évaluateur de deux manières : la référence à la valeur de reconstruction renvoie à la méthode du coût (chapitre 21), et les prix des ventes de promoteur incorporent souvent

des incitatifs, des inclusions et des conditions de livraison qui en font des comparables à manier avec précaution (chapitre 16).

6.5 L'hypothèque

L'**hypothèque** « est un droit réel sur un bien, meuble ou immeuble, affecté à l'exécution d'une obligation » ; elle confère au créancier « le droit de suivre le bien en quelques mains qu'il soit, de le prendre en possession ou en paiement, de le vendre ou de le faire vendre et d'être alors préféré sur le produit de cette vente suivant le rang » (Québec 1991, art. 2660). Elle « n'est qu'un accessoire et ne vaut qu'autant que l'obligation dont elle garantit l'exécution subsiste » (Québec 1991, art. 2661) ; elle est immobilière lorsqu'elle grève un immeuble (Québec 1991, art. 2665) et doit alors, « à peine de nullité absolue, être constituée par acte notarié en minute » (Québec 1991, art. 2693). L'hypothèque des loyers, présents et à venir, et celle des indemnités d'assurance qui couvrent ces loyers sont considérées comme immobilières et publiées au registre foncier (Québec 1991, art. 2695). Lorsque le débiteur est en défaut, le créancier peut exercer quatre droits hypothécaires : « prendre possession du bien grevé pour l'administrer, le prendre en paiement de leur créance, le faire vendre sous contrôle de justice ou le vendre eux-mêmes » (Québec 1991, art. 2748), la prise en paiement exigeant l'autorisation du tribunal lorsque le débiteur a déjà acquitté la moitié ou plus de l'obligation (Québec 1991, art. 2778).

Trois enseignements en découlent pour l'évaluation. Le premier est que l'hypothèque ne diminue pas la valeur marchande de l'immeuble : elle grève le bien, mais le vendeur doit la purger à la vente (Québec 1991, art. 1723), et l'acheteur acquiert un immeuble libre ; la valeur marchande est celle du droit libre de dettes, et le passif hypothécaire est l'affaire du propriétaire, non de l'immeuble. Le deuxième est que l'évaluation aux fins de financement s'adresse à un créancier dont la position dépend du rang : les droits « prennent rang suivant la date, l'heure et la minute inscrites sur le bordereau de présentation » (Québec 1991, art. 2945), et les inscriptions requises en même temps viennent en concurrence (Québec 1991, art. 2947). Sur le produit net P d'une réalisation, les créanciers sont payés dans l'ordre de leur rang, de sorte que le créancier de rang k recouvre

$$C_k^{\text{rec}} = \min\left\{C_k,\ \max\left(0,\ P - \sum_{j<k} C_j\right)\right\}, \tag{6.11}$$

où C_j est la créance de rang j. Un prêteur de second rang est donc exposé à la totalité de l'incertitude sur la valeur au-delà du premier rang, ce qui explique pourquoi il exige une marge et un taux supérieurs, et pourquoi l'intervalle de valeur que l'évaluateur conclut (chapitre 20) lui importe autant que la valeur ponctuelle. Le chapitre 31 développe les ratios de couverture et de prêt-valeur. Le troisième enseignement est que l'hypothèque des loyers, presque systématique dans le financement des immeubles de six logements et plus, confère au créancier un droit sur le revenu même de l'immeuble : l'évaluateur d'un immeuble locatif vérifie à l'index des immeubles l'existence de telles hypothèques et, lorsqu'il évalue pour un créancier, s'assure que les flux qu'il projette sont bien ceux que la sûreté capte (chapitre 33). Les ventes consécutives à l'exercice d'un droit hypothécaire, enfin, forment le contexte des comparables en reprise que la section 6.4 a qualifiés d'atypiques.

6.6 Le louage et le bail de logement : vue d'ensemble

Le bail « est le contrat par lequel une personne, le locateur, s'engage envers une autre personne, le locataire, à lui procurer, moyennant un loyer, la jouissance d'un bien » pour une durée fixe ou indéterminée (Québec 1991, art. 1851). Le locateur délivre le bien en bon état de réparation, en procure la jouissance paisible et fait toutes les réparations nécessaires autres que les menues réparations d'entretien (Québec 1991, art. 1854, 1864) : c'est le fondement juridique des dépenses d'exploitation et des dépenses en capital que l'approche du revenu impute au propriétaire (chapitre 28). Le bail de logement, dont le champ est défini à l'article 1892, est régi par des dispositions d'ordre public auxquelles aucune clause ne peut déroger (Québec 1991, art. 1892–1893) ; le chapitre 26 en détaille la formation, la reconduction et la fixation du loyer, et le chapitre 34 l'encadrement par le Tribunal administratif du logement.

Du point de vue des droits réels, le bail est un droit personnel, mais il produit sur l'immeuble un effet que l'évaluateur ne peut ignorer : le locataire a un droit au maintien dans les lieux, et « l'aliénation volontaire ou forcée d'un immeuble comportant un logement … ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail », qui est continué et peut être reconduit (Québec 1991, art. 1936–1937). L'acquéreur d'un immeuble locatif achète donc les baux en cours, avec leurs loyers, leurs échéances et leurs restrictions. Le bail à durée fixe se reconduit de plein droit, l'avis de modification doit être donné de trois à six mois avant le terme, et le locataire qui refuse la hausse oblige le locateur à saisir le tribunal dans le mois, faute de quoi le bail est reconduit aux conditions antérieures (Québec 1991, art. 1941–1947). Les loyers en place, et non les loyers de marché, forment ainsi la base du revenu immédiat, et l'écart entre les deux, que le chapitre 2 a défini comme la valeur du bail pour le locataire, ne se résorbe qu'au rythme que la loi permet. Seuls font exception les logements des immeubles neufs pendant les cinq années qui suivent la date à laquelle l'immeuble est prêt, pour lesquels la fixation est exclue si le bail le prévoit et, depuis le 21 février 2024, indique le loyer maximal imposable (Québec 1991, art. 1955). L'évaluateur d'un plex ou d'un immeuble de logements commence donc par l'état locatif, et il traite les baux comme des charges réelles de fait, même si le Code ne les qualifie pas ainsi.

Le droit de propriété au Québec : ce qui distingue le civiliste

Le vocabulaire des normes d'évaluation nord-américaines, forgé en common law, ne se transpose pas mot à mot au Québec. Le *fee simple* correspond à la propriété de l'article 947 ; le *leased fee* et le *leasehold* désignent respectivement le droit du locateur et celui du locataire, que le Code traite comme des droits personnels issus du bail et non comme des *estates* ; l'*easement* est la servitude, mais une servitude ne s'acquiert jamais par possession au Québec (Québec 1991, art. 1181), alors que la prescription acquisitive d'*easements* existe ailleurs au Canada ; le *ground lease* de longue durée a pour équivalent fonctionnel l'emphytéose, droit réel autonome et non simple bail ; et le *life estate* correspond à l'usufruit viager. La Loi sur la fiscalité municipale, pour sa part, étend la notion de « propriétaire » à l'emphytéote et à l'usufruitier, qui sont inscrits au rôle et redevables des taxes (Québec 1979b, art. 1). Les dictionnaires de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2022) et l'ouvrage de Achour (1992) restent utiles pour la correspondance des termes, que le glossaire de l'ouvrage reprend. Les textes de référence : Code civil du Québec, à jour au 15 octobre 2026 ; Loi concernant les droits

sur les mutations immobilières, à jour au 15 octobre 2026 ; règlements à jour au 1er juillet 2026 ; tous consultés le 31 octobre 2026.

6.7 La publicité des droits et le registre foncier

6.7.1 Inscription, opposabilité et présomptions

« La publicité des droits résulte de l'inscription qui en est faite … sur le registre foncier » (Québec 1991, art. 2934). Sont soumises à la publicité « l'acquisition, la constitution, la reconnaissance, la modification, la transmission et l'extinction d'un droit réel immobilier » (Québec 1991, art. 2938) : ventes, hypothèques, servitudes, usufruits, emphytéoses, déclarations de copropriété et d'indivision, de même que leur radiation. La publicité « rend les droits opposables aux tiers, établit leur rang et, lorsque la loi le prévoit, leur donne effet » (Québec 1991, art. 2941). Trois présomptions gouvernent l'usage que l'évaluateur fait du registre. Un droit inscrit « est présumé connu de celui qui acquiert ou publie un droit sur le même bien », et celui qui s'abstient de consulter le registre et la réquisition à laquelle l'inscription renvoie « ne peut repousser cette présomption en invoquant sa bonne foi » (Québec 1991, art. 2943). L'inscription emporte, à l'égard de tous, « présomption simple de l'existence de ce droit » (Québec 1991, art. 2944) : simple, c'est-à-dire réfragable, ce qui oblige à lire l'acte lui-même pour connaître l'étendue réelle du droit. Et entre deux acquéreurs d'un immeuble qui tiennent leur titre du même auteur, « le droit est acquis à celui qui, le premier, publie son droit » (Québec 1991, art. 2946).

Ces règles placent le registre foncier au centre de la démarche de vérification de l'évaluateur, pour deux raisons distinctes. La première est l'identification des droits : tout ce qui grève l'immeuble et qui est opposable à l'acquéreur y figure, et l'acquéreur, donc le marché, est réputé le connaître ; une servitude ou une hypothèque des loyers que l'évaluateur n'a pas relevée est une erreur d'identification du droit évalué, non une incertitude de marché. La seconde est la connaissance des prix : les actes de vente publiés indiquent la contrepartie et la base d'imposition des droits de mutation déclarées par les parties (Québec 1976, art. 9), et l'Officier de la publicité foncière avise la municipalité des mutations dans les quinze jours (Québec 1976, art. 10), ce qui alimente les rôles et les bases de données de transactions (chapitre 13). La contrepartie inscrite n'est toutefois ni la date de la promesse d'achat, ni la ventilation entre immeuble et meubles, ni les conditions de la vente : le chapitre 16 a rappelé ce que l'acte dit et ne dit pas.

6.7.2 L'index des immeubles et la chaîne des titres

Le **registre foncier** est tenu au Bureau de la publicité foncière (Québec 1991, art. 2969). Il « est constitué d'autant de livres fonciers qu'il y a de circonscriptions foncières au Québec », et chaque livre foncier comprend « un index des immeubles, un registre des droits réels d'exploitation de ressources de l'État, un registre des réseaux de services publics et des immeubles situés en territoire non cadastré et un index des noms » (Québec 1991, art. 2972). L'index des immeubles « comprend autant de fiches immobilières qu'il y a d'immeubles immatriculés sur le plan cadastral » (Québec 1991, art. 2972.1) ; la fiche indique la circonscription foncière, le cadastre, le numéro de lot et sa date d'établissement, puis, pour chaque inscription, la date de présentation, le numéro d'inscription, la nature du document et le nom

des parties (Québec 1993b, art. 4–5). L'immatriculation « consiste à situer les immeubles en position relative sur un plan cadastral, à indiquer leurs limites, leurs mesures et leur contenance et à leur attribuer un numéro particulier » (Québec 1991, art. 3026) ; le plan cadastral fait partie du registre foncier et « est présumé exact », son exactitude l'emportant en cas de discordance avec les documents présentés (Québec 1991, art. 3027). Aucun droit de propriété ne peut être publié si l'immeuble n'est pas identifié par un numéro de lot distinct, sauf en territoire non cadastré (Québec 1991, art. 3030). Le chapitre 7 décrit la rénovation cadastrale et le certificat de localisation ; retenons ici que le numéro de lot est la clé d'entrée de toute recherche, et que la contenance du plan rénové prime celle des actes anciens.

La figure 6.2 schématise la lecture d'une fiche immobilière. La **chaîne des titres** est la suite des actes translatifs de propriété, du plus ancien au plus récent, qui établit que le vendeur actuel tient son droit d'un auteur qui le tenait lui-même d'un auteur légitime ; les hypothèques, servitudes, baux publiés, déclarations de copropriété ou d'indivision, avis d'adresse, préavis d'exercice d'un droit hypothécaire, avis de contamination et hypothèques légales de la construction s'intercalent dans la chronologie et se lisent avec leurs radiations. L'évaluateur n'a pas à faire l'examen de titres du notaire, mais il doit savoir lire la fiche pour trois fins : vérifier la nature du droit et du titulaire, relever les charges réelles opposables, et retrouver les actes des ventes comparables. La consultation en ligne est publique, moyennant un compte client et des frais de un dollar par document consulté (index des immeubles, acte ou plan cadastral) selon la grille en vigueur à compter du 1er avril 2025 (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026c ; Gouvernement du Québec 2026p). La page gouvernementale avertit que « la lecture de l'Index des immeubles n'est pas toujours suffisante » : l'index renvoie aux actes, et c'est l'acte qui porte le droit.

6.7.3 Les droits sur les mutations et les coûts de transaction

Toute municipalité perçoit un droit sur le transfert de tout immeuble situé sur son territoire. Pour l'exercice 2026, le droit est de 0,5 % sur la tranche de la base d'imposition qui n'excède pas 62 900 $, de 1 % sur la tranche comprise entre 62 900 $ et 315 000 $, et de 1,5 % au-delà ; la base d'imposition est le plus élevé de la contrepartie fournie, de la contrepartie stipulée et de « la valeur marchande de l'immeuble au moment de son transfert », et la municipalité peut fixer un taux supérieur, au plus 3 % sauf à Montréal, sur toute tranche excédant 500 000 $ (Québec 1976, art. 2). Les tranches sont indexées chaque année selon l'indice des prix à la consommation du Québec, arrondies à la centaine et publiées à la *Gazette officielle* au plus tard le 31 juillet précédant l'exercice (Québec 1976, art. 2.1) ; le taux d'augmentation pour 2026 est de 2,3438 % (Québec 1976 ; Gouvernement du Québec 2026g). Formellement, pour une base B et des tranches $b_0 = 0 < b_1 < b_2 < b_3 = \infty$ de taux τ_1, τ_2, τ_3,

$$D(B) = \sum_{k=1}^{3} \tau_k \, \max\{0, \; \min(B, b_k) - b_{k-1}\}, \tag{6.12}$$

à quoi s'ajoute, le cas échéant, l'excédent du taux municipal sur 1,5 % appliqué aux tranches supérieures à 500 000 $. Le droit est dû à la date du transfert et déclaré par la réquisition d'inscription ; si l'acte n'est pas inscrit dans les 90 jours, un avis de divulgation doit être donné à la municipalité (Québec 1976, art. 6). Les transferts exonérés, notamment en ligne directe, entre conjoints et entre une personne physique et une personne morale qu'elle contrôle à 90 % (Québec 1976, art. 17–20), signalent des transactions entre personnes liées qui ne sont pas des ventes de marché.

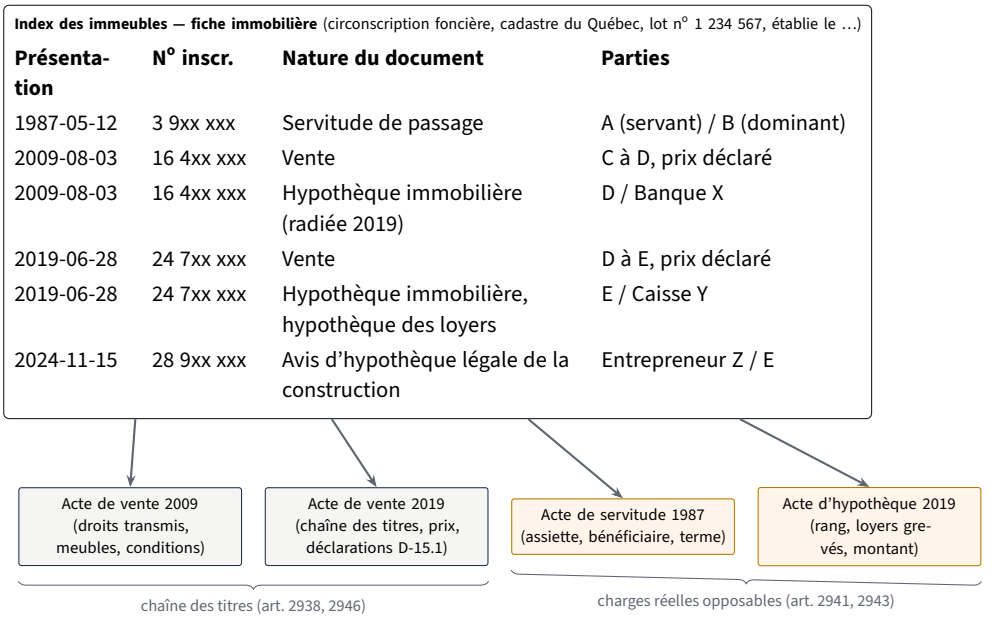


FIGURE 6.2. Lecture d'une fiche immobilière de l'index des immeubles (exemple fictif) : la fiche énumère, par ordre de présentation, les inscriptions et renvoie aux actes ; la chaîne des titres se reconstitue à partir des actes translatifs, les charges réelles à partir des actes constitutifs et de leurs radiations. La présomption de connaissance de l'article 2943 oblige à consulter les actes, non la seule fiche.

Source : schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch06.tex`) d'après les art. 2972.1 C.c.Q. et 4–5 du Règlement sur la publicité foncière (QUÉBEC 1991 ; QUÉBEC 1993b) ; numéros et dates fictifs.

Pour l'évaluateur, le droit de mutation a trois usages. C'est un coût de transaction que l'acheteur supporte et qui pèse sur le prix qu'il est disposé à payer ; c'est l'une des rares dispositions législatives qui renvoie explicitement à la « valeur marchande » comme base, ce qui fait de l'évaluateur un intervenant possible lorsqu'une municipalité conteste la contrepartie déclarée ; et sa mécanique de déclaration est la source première des prix de vente publics. Le tableau 6.4 rassemble les coûts de transaction et de recherche documentaire qu'un dossier d'évaluation rencontre, avec leur fondement.

Tableau 6.4. Coûts de transaction et de recherche documentaire liés aux droits réels (Québec, 2026)

Élément	Montant ($)	Fondement et date
Droit de mutation, tranche $\leq$ 62 900 $	0,50	%; D-15.1, art. 2, tranches 2026
Droit de mutation, tranche de 62 900 à 315 000 $	1,00	%; idem
Droit de mutation, tranche $>$ 315 000 $	1,50	%; idem ; taux municipal facultatif au-delà de 500 000 $, max 3 %
Droit de mutation sur une base de 638 000 $	7 680,50	calcul de l'auteur, équation (6.12)
Consultation d'un document au registre foncier (index, acte, plan)	1,00	grille tarifaire en vigueur le 1er avril 2025
Inscription d'une réquisition	142,00	idem ; montant de base indexé de 81 $ (B-9, annexe I)
Radiation	162,00	idem
État certifié des droits	16,00	idem ; plus 16 $ par réquisition
Copie non certifiée d'un acte	26,00	idem ; 42 $ pour une copie certifiée
Vérification de 5 comparables (3 documents chacun)	15,00	calcul de l'auteur

Source : Québec (1976, art. 2) ; Gouvernement du Québec (2026g) (mise à jour du 17 février 2026) ; Québec (1964b, annexe I) ; Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (2026c) ; calculs : `analysis/python/cases/ch06_demembrements.py`. La grille « janvier 2026 » du Registre foncier porte en page 1 la mention « en vigueur à compter du 1er avril 2025 » ; aucune indexation au 1er avril 2026 n'a été repérée.

6.8 Exemple intégral : partager la valeur d'un immeuble entre deux titulaires

Données synthétiques

L'exemple repose sur deux dossiers synthétiques de l'ouvrage et sur une table de mortalité synthétique. La valeur de la pleine propriété de la maison du cas 1 (Gatineau, secteur Hull) est la prédiction du modèle hédonique de référence, 637 953 $, arrondie à 638 000 $ (`traite.cas1`, chapitre 18) ; le revenu net d'exploitation de première année de l'immeuble de douze logements du cas 3 (Montréal) est celui que calcule `traite.cas3`, soit 89 955,75 $ (chapitre 47). La table de mortalité est une loi de Gompertz–Makeham de paramètres déclarés ($A = 0{,}0004$, $B = 0{,}000025$, $c = 1{,}102$, âge limite 111 ans), choisis pour une espérance de vie à 65 ans de l'ordre de dix-huit ans ; elle ne reproduit aucune table officielle et ne doit pas servir à une éva-

luation réelle. Les taux d'actualisation (5 % pour la résidence, 7 % pour l'immeuble locatif), les taux de croissance (1,5 % et 2,5 %) et la rente emphytéotique (30 000 $ par an) sont des hypothèses pédagogiques. Tous les chiffres de cette section sont reproduits par `analysis/python/cases/ch06_demembrements.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch06.py`.

Exemple 6.1 : Usufruit viager sur la maison du cas 1 et emphytéose sur l'immeuble du cas 3

Première partie : l'usufruit. La propriétaire de la maison du cas 1, âgée de 65 ans, souhaite transmettre la nue-propriété à ses enfants en conservant l'usufruit viager (art. 1120, 1123). La valeur de la pleine propriété est $V = 638\,000\,\$$. Avec $r = 5\ \%$ et $g = 1{,}5\ \%$, la valeur locative nette cohérente avec V est $L = (r - g)V = 22\,330\,\$$ par année, soit environ 1 861 $ par mois nets des charges incombant à l'usufruitière, un ordre de grandeur plausible pour une maison de cette valeur mais qui reste une hypothèse du modèle.

À titre de repère, un usufruit à terme fixe (équations (6.3) et (6.4)) vaudrait 183 443 $ pour dix ans, 314 141 $ pour vingt ans et 407 260 $ pour trente ans, laissant à la nue-propriété respectivement 71,2 %, 50,8 % et 36,2 % de la pleine propriété. La table synthétique donne à 65 ans une espérance de vie de 17,9 ans, une probabilité de survie à dix ans de 0,789 et à vingt ans de 0,424. L'équation (6.5) donne $U_{65} = 280\,357\,\$$, soit une annuité viagère de 12,555 fois le fruit annuel, et la nue-propriété vaut $NP_{65} = 357\,643\,\$$, soit 56,1 % de la pleine propriété ; le calcul direct par l'équation (6.6) donne le même montant, conformément à la proposition 6.1. Si l'on avait remplacé la durée aléatoire par un terme fixe égal à la durée espérée du droit, soit 18,4 ans, la nue-propriété aurait été estimée à 53,7 %, soit 15 271 $ de moins : l'approximation sous-estime la nue-propriété, comme l'inégalité de Jensen l'annonçait, d'un montant modeste mais systématique. La rente viagère constante de même valeur que l'usufruit, celle que fixerait un tribunal appliquant l'article 1171 à nos hypothèses, serait de 25 335 $ par an, supérieure au fruit de première année parce qu'elle remplace un flux croissant par un flux constant.

Le tableau 6.5 montre comment le partage varie avec l'âge de l'usufruitier : la nue-propriété passe de 43,6 % à 55 ans à 80,6 % à 85 ans. La figure 6.3 trace les courbes de survie de la table synthétique et la part de la nue-propriété selon l'âge pour trois taux d'actualisation.

Seconde partie : l'emphytéose. L'immeuble de douze logements du cas 3 est bâti sur un terrain détenu par un tiers en vertu d'une emphytéose dont il reste 35 ans à courir, moyennant une rente annuelle fixe de 30 000 $. Son revenu net d'exploitation de première année est $RNE_1 = 89\,955{,}75\,\$$; avec $r = 7\ \%$ et $g = 2{,}5\ \%$, la pleine propriété vaudrait $V = RNE_1/(r - g) = 1\,999\,017\,\$$ selon l'équation (6.2), un taux global de 4,5 % voisin du taux médian extrait des ventes du cas 3 (chapitre 29). L'équation (6.8) donne pour le droit de l'emphytéote $V_{35}^{\text{emph}} = 1\,166\,242\,\$$, soit 58,3 % de la pleine propriété, et l'équation (6.9) pour le droit du propriétaire 388 430 $ de rentes actualisées et 444 344 $ de reprise actualisée, soit 832 774 $; la somme des deux droits redonne exactement 1 999 017 $. Le tableau 6.6 et la figure 6.4 déroulent ce partage selon la durée restante : à 60 ans, l'emphytéote détient 71 % de la valeur ; à 20 ans, 42 % ; à 5 ans, 13 %. Les seuils

légaux s'y lisent : au-dessous de 50 ans, la copropriété divise ne peut plus être établie sur l'immeuble (art. 1040), et une cession des droits de l'emphytéote est, quelle que soit la durée, un transfert au sens de la loi sur les mutations.
Si le marché actualise les flux du propriétaire, moins risqués, à 5,5 % plutôt qu'à 7 %, son droit vaut 1 190 025 $ et la somme des deux droits, 2 356 268 $, dépasse la pleine propriété de 357 251 $: le démembrement crée alors de la valeur en séparant un flux quasi obligataire d'un flux d'exploitation, et c'est précisément ce qui motive les montages emphytéotiques. Inversement, une rente indexée, une clause de l'acte constitutif limitant les droits de l'emphytéote (art. 1200) ou un marché étroit pour les droits emphytéotiques réduisent la valeur de ce dernier sans augmenter d'autant celle du propriétaire.

Tableau 6.5. Usufruit viager sur la maison du cas 1 selon l'âge de l'usufruitier ($V = 638\,000$ \$, $r = 5$ %, $g = 1{,}5$ %, table synthétique)

Âge x	e_x (ans)	${}_{10}p_x$	U_x ($)	NP_x ($)	NP_x/V (%)	Rente ($/an)
55	25,9	0,912	359 836	278 164	43,6	26 300
65	17,9	0,789	280 357	357 643	56,1	25 335
75	11,1	0,538	197 560	440 440	69,0	24 409
85	6,2	0,196	123 863	514 137	80,6	23 599

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch06_demembrements.py ; table de mortalité synthétique (Gompertz–Makeham), ne pas réutiliser

Tableau 6.6. Partage de la valeur d'un immeuble locatif (RNE_1 du cas 3, $r = 7$ %, $g = 2{,}5$ %, rente de 30 000 $) entre l'emphytéote et le propriétaire selon la durée restante

Durée (ans)	Emphytéote ($)	Rentes ($)	Reprise ($)	Propriétaire ($)	Part emph. (%)
60	1 426 059	421 175	151 782	572 958	71,3
50	1 351 745	414 022	233 250	647 272	67,6
45	1 301 703	408 166	289 148	697 314	65,1
40	1 240 623	399 951	358 443	758 394	62,1
35	1 166 242	388 430	444 344	832 774	58,3
30	1 075 914	372 271	550 832	923 103	53,8
20	834 713	317 820	846 483	1 164 303	41,8
10	487 489	210 707	1 300 820	1 511 528	24,4
5	263 447	123 006	1 612 564	1 735 570	13,2

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch06_demembrements.py ; pleine propriété 1 999 017 $; la somme des deux droits est égale à la pleine propriété à chaque ligne

6.9 Sensibilité : taux, durée et conventions

Le partage de la valeur entre les titulaires de droits démembrés dépend de trois paramètres : la durée (certaine ou aléatoire), le taux d'actualisation et la croissance des fruits. Le tableau 6.7

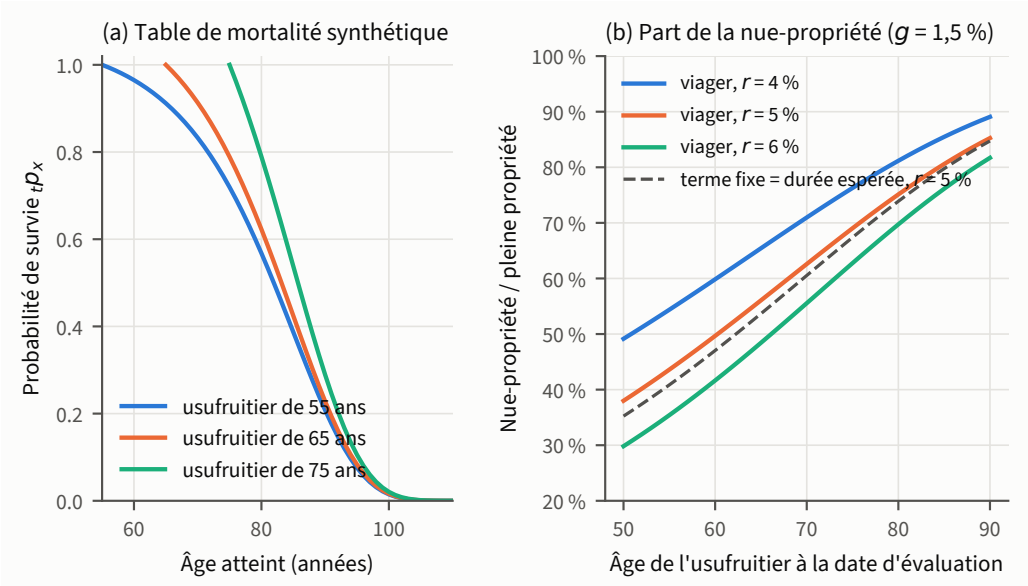


FIGURE 6.3. Usufruit viager sur la maison du cas 1. (a) Courbes de survie de la table de mortalité synthétique pour des usufruitiers de 55, 65 et 75 ans. (b) Part de la nue-propriété dans la pleine propriété selon l'âge de l'usufruitier, pour des taux d'actualisation de 4, 5 et 6 % et une croissance des fruits de 1,5 % ; la courbe pointillée remplace la durée aléatoire par un terme fixe égal à la durée espérée du droit et se situe sous la courbe viagère à 5 %, conformément à l'inégalité de Jensen.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch06_usufruit.py ; table de mortalité synthétique à paramètres déclarés

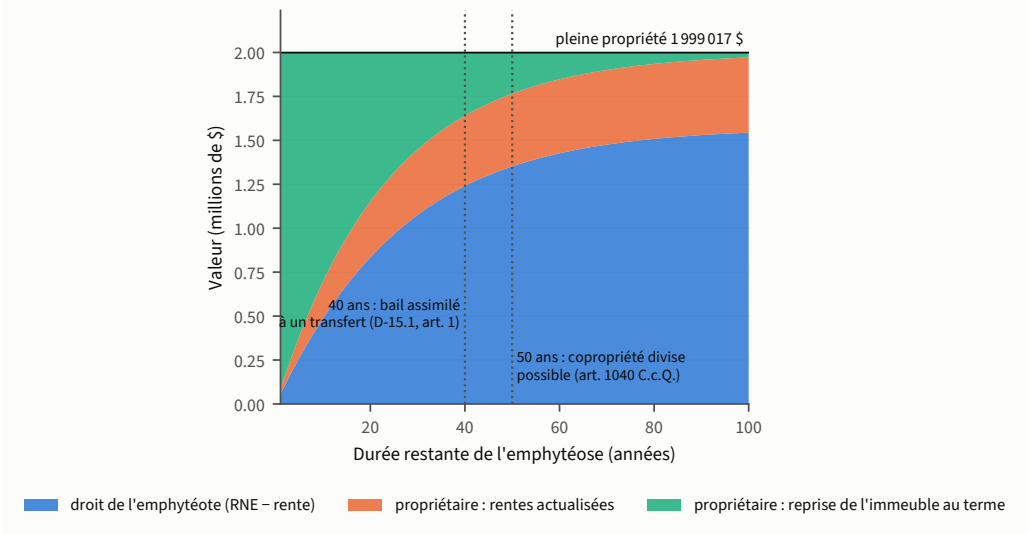


FIGURE 6.4. Décomposition de la valeur de la pleine propriété d'un immeuble locatif (revenu net du cas 3) entre le droit de l'emphytéote et le droit du propriétaire (rentes actualisées et reprise de l'immeuble au terme), selon la durée restante de l'emphytéose. Les seuils de 40 ans (bail assimilé à un transfert aux fins des droits de mutation) et de 50 ans (copropriété divise possible) sont indiqués.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch06_emphyteose.py ; hypothèses déclarées dans le texte

croise l'âge de l'usufruitier et le taux d'actualisation pour la maison du cas 1. À 65 ans, la part de la nue-propriété passe de 65,4 % à 4 % à 48,4 % à 6 % : deux points de taux déplacent 17 points de valeur, soit environ 108 000 $, d'un titulaire à l'autre. L'effet de l'âge est du même ordre : à taux constant de 5 %, dix années d'âge déplacent de 11 à 13 points de valeur. La table de mortalité est le troisième paramètre : une table plus favorable à la longévité allonge l'usufruit et réduit la nue-propriété ; la différence entre une table masculine et une table féminine, ou entre une table de population et une table de rentiers, est du même ordre que l'effet d'un demi-point de taux, ce qui justifie que le rapport la nomme.

Tableau 6.7. Part de la nue-propriété (NP_x/V, en %) selon l'âge de l'usufruitier et le taux d'actualisation ($g = 1{,}5$ %, table synthétique)

Âge x	$r = 4$ %	$r = 5$ %	$r = 6$ %
55	54,4	43,6	35,4
60	59,8	49,7	41,6
65	65,4	56,1	48,4
70	71,0	62,6	55,6
75	76,3	69,0	62,8
80	81,2	75,1	69,7
85	85,5	80,6	76,1

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch06_demembrements.py (fonction `grille_usufruit`)

Pour l'emphytéose, la durée restante domine : le tableau 6.6 montre que le droit de l'emphytéote perd environ un demi-point de pourcentage de la pleine propriété par année entre 60 et 35 ans de durée restante, puis s'effondre plus vite à l'approche du terme, parce que la reprise par le propriétaire cesse d'être lointaine. Le niveau de la rente joue en sens inverse pour les deux titulaires sans changer leur somme ; une rente indexée déplace davantage de valeur vers le propriétaire qu'une rente fixe. Enfin, la convention d'un taux unique est la plus fragile : dès que le marché distingue le risque des deux flux, la somme des droits s'écarte de la pleine propriété, dans un sens ou dans l'autre, et l'évaluateur doit le dire plutôt que de forcer l'identité.

Deux autres mesures de ce chapitre méritent un mot de sensibilité. La décote d'indivision de l'équation (6.1) s'applique à une part de 50 % de la maison du cas 1 : sans décote, 319 000 $; à 10 %, 287 100 $; à 20 %, 255 200 $. Faute de ventes de parts indivises observées, l'intervalle entre ces valeurs est l'incertitude réelle de l'estimation, et le rapport doit le présenter comme tel. L'effet d'une servitude de non-construction grevant 120 m² du terrain de 620 m² du même sujet, approché par l'élasticité du prix à la superficie du terrain estimée dans le modèle hédonique du cas 1 (0,094, chapitre 18), serait de 12 725 $, soit 2,0 % ; cette approximation traite la portion grevée comme retranchée du lot, ce qui est une borne plutôt qu'une mesure, et le chapitre 7 lui substitue des ventes appariées.

Erreurs fréquentes

- Évaluer « l'immeuble » sans identifier le droit : utiliser comme comparable la vente d'une nue-propriété, d'une part indivise ou de droits emphytéotiques, ou évaluer en

pleine propriété un immeuble grevé d'un usufruit publié.
- Attribuer la valeur du bâtiment au propriétaire du sol sans vérifier l'index des immeubles : la présomption de l'article 955 cède devant une convention de propriété superficiaire publiée.
- Traiter l'hypothèque comme une moins-value de l'immeuble : elle grève le bien mais est purgée à la vente ; la valeur marchande est celle du droit libre de dettes.
- Remplacer la durée aléatoire d'un usufruit viager par l'espérance de vie sans le dire : l'approximation sous-estime systématiquement la nue-propriété, et la table de mortalité n'est pas nommée.
- Lire la seule fiche de l'index des immeubles : l'inscription n'emporte qu'une présomption simple d'existence du droit, et l'étendue réelle d'une servitude ou d'une hypothèque des loyers ne se lit que dans l'acte.
- Mélanger, dans une même grille de comparables, des ventes avec garantie légale, des ventes sans garantie légale et des ventes sous contrôle de justice sans qualifier ni ajuster.
- Mesurer le préjudice d'un vice caché par le seul coût des travaux, sans déduire la plus-value que des composantes neuves procurent à un bâtiment ancien.
- Ignorer les seuils de durée : moins de 50 ans restants ferment la copropriété divise sur une emphytéose, et un bail de plus de 40 ans est un transfert au sens des droits de mutation.

Limites et mises en garde

Ce chapitre n'est pas un traité de droit civil : il sélectionne les dispositions dont l'évaluateur a besoin et les lit du point de vue de la valeur, sans traiter des conditions de formation, de nullité ou de preuve que le juriste examinerait. Toute situation qui met en jeu la validité d'un titre, l'interprétation d'un acte constitutif ou la portée d'une clause d'exclusion de garantie appelle l'avis d'un notaire ou d'un avocat, que le rapport d'évaluation doit recommander plutôt que remplacer. Les dispositions citées sont celles du texte à jour au 15 octobre 2026 ; le droit du logement, en particulier, a été modifié à plusieurs reprises depuis 2024 et continuera de l'être. La mesure du préjudice d'un vice caché (coût des réparations moins plus-value) est rapportée par la doctrine et la pratique ; aucune décision d'appel la formulant n'a pu être vérifiée à partir d'une source primaire pour cet ouvrage, les bases de jurisprudence ayant refusé la consultation automatisée, et l'arrêt *ABB c. Domtar* n'a été vérifié que dans son existence et son objet. Les calculs de l'exemple reposent sur une table de mortalité synthétique et sur des taux, des croissances et une rente hypothétiques ; ils illustrent des mécanismes et ne donnent aucune indication sur la valeur de droits réels existants. La décote d'indivision et l'écart de prix des ventes sans garantie légale ne sont documentés par aucune source publique québécoise consultée : ce sont des paramètres à mesurer sur le marché local ou à déclarer comme hypothèses. Enfin, l'évaluateur agréé n'a pas accès de plein droit aux formulaires de courtage ni à l'historique des inscriptions ; ce qu'il n'a pu consulter doit être inscrit au rapport parmi les réserves.

À retenir

- L'objet de l'évaluation est un droit réel sur un immeuble au sens des articles 899 à 903 ; les meubles d'exploitation et les biens meubles en sont exclus et leur contrepartie doit être retranchée des prix.
- La pleine propriété de l'article 947 est la base de référence ; ses modalités (indivision, copropriété divise, propriété superficiaire) et ses démembrements (usufruit, usage, servitude, emphytéose) sont des droits distincts que l'évaluateur identifie avant de calculer.
- Le partage de la valeur entre l'usufruitier et le nu-propriétaire, ou entre l'emphytéote et le propriétaire, se dérive de l'actualisation des fruits sur la durée du droit ; à taux unique, les deux droits somment à la pleine propriété, et tout écart observé renseigne sur les frictions du marché des droits démembrés.
- Les garanties légales de la vente existent de plein droit ; les ventes sans garantie légale, sous contrôle de justice ou entre personnes liées sont des comparables atypiques, et le vice caché se mesure à l'aune du prix qu'un acheteur informé aurait payé.
- L'hypothèque ne diminue pas la valeur marchande, mais son rang gouverne l'exposition du prêteur ; l'hypothèque des loyers est à relever en multilogement. Le bail suit l'immeuble : l'acquéreur achète les loyers en place.
- Le registre foncier est la source officielle des droits et des prix : les droits inscrits sont présumés connus, leur existence n'est présumée que simplement, et la lecture des actes, non de la seule fiche, fait partie de la diligence de l'évaluateur.

6.10 Conséquences pour l'évaluateur : quel droit, quelles charges, quelles vérifications

Les normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec exigent que l'évaluation identifie les démembrements, les restrictions au droit de propriété et les biens meubles, et que tout rapport écrit identifie physiquement et légalement l'immeuble et précise les droits évalués (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règles 1.2 et 2.3) ; les normes canadiennes et internationales posent la même exigence (Appraisal Institute of Canada 2026 ; International Valuation Standards Council 2025). Ce chapitre en a donné le contenu civiliste. La démarche qui en résulte tient en trois questions, que la figure 6.1 a schématisées et que la liste suivante détaille.

Liste de contrôle des vérifications juridiques d'un mandat résidentiel ou multirésidentiel

- **Quel droit ?** Lire l'acte d'acquisition du propriétaire actuel : pleine propriété, part indivise (quote-part, convention d'indivision publiée), fraction de copropriété divise (déclaration, valeur relative), propriété superficiaire (terme, indemnité), emphytéose (durée restante, rente, clauses de l'acte constitutif), usufruit ou nue-propriété (âge de l'usufruitier, terme). Vérifier la concordance entre le titulaire inscrit et le client.
- **Quelles charges ?** Relever à l'index des immeubles et lire dans les actes : servitudes (assiette au certificat de localisation), hypothèques et hypothèques des loyers (rang,

montants, préavis d'exercice), baux publiés, avis divers (contamination, hypothèque légale de la construction, préavis de vente pour taxes), déclarations d'indivision ou de copropriété. Relever les baux de logement en cours (état locatif, avis de modification, dossiers au Tribunal administratif du logement) et les limitations de droit public dénoncées (chapitre 8).

- **Quelles conditions de vente ?** Pour le sujet comme pour les comparables : garantie légale ou exclusion, vente sous contrôle de justice ou par le créancier, transfert exonéré du droit de mutation, biens meubles inclus et leur contrepartie, hypothèque assumée, inclusions et incitatifs des ventes de promoteur.
- **Quelles sources ?** Index des immeubles et actes (1 $ par document), plan cadastral, certificat de localisation, déclarations du vendeur et promesse d'achat (par le client ou le courtier), déclaration de copropriété et attestation du syndicat, baux. Consigner au dossier ce qui a été consulté et ce qui ne l'a pas été.
- **Quel traitement ?** Évaluer le droit identifié, non l'immeuble ; ajuster ou écarter les comparables dont les droits transmis ou les conditions de vente diffèrent ; déclarer les hypothèses (table de mortalité, taux, décote) et les réserves ; recommander l'avis juridique lorsque la validité ou la portée d'un droit est en cause.

Exercices

Exercice 6.1 — Meubles, immeubles et prix du comparable ★

Un acte de vente publié indique un prix de 612 000 $ pour un cottage comparable au sujet du cas 1 et énumère les biens inclus : thermopompe centrale, lave-vaisselle encastré, réfrigérateur et cuisinière autonomes (contrepartie déclarée de 6 500 $), spa posé sur une dalle avec raccordement électrique (contrepartie déclarée de 4 000 $), rideaux, cabanon sur fondations, et le mobilier d'une garderie en milieu familial exploitée au sous-sol. Pour chaque élément, dites s'il est immeuble ou meuble au sens des articles 900 à 903 du Code civil et justifiez. Quel prix retenez-vous pour l'immeuble dans la grille de comparaison ? Quelle réserve faites-vous sur la contrepartie déclarée des meubles ?

Exercice 6.2 — Lire une fiche de l'index des immeubles ★

À partir de la fiche fictive de la figure 6.2, indiquez : (a) quels droits inscrits suivent l'immeuble entre les mains d'un acquéreur et lesquels seront normalement purgés à la vente, en citant les articles pertinents ; (b) quelles pièces vous demandez à consulter avant de conclure sur les droits évalués et pourquoi la seule fiche ne suffit pas ; (c) ce que l'avis d'hypothèque légale de la construction de 2024 vous apprend sur l'immeuble et sur le risque pour un acheteur ; (d) ce que la présomption de l'article 2943 implique pour un évaluateur qui n'aurait pas consulté le registre.

Exercice 6.3 — Valeur d'une part indivise ★★

Un triplex détenu en indivision par trois ménages vaut 900 000 $ en pleine propriété. La convention d'indivision publiée attribue à chaque indivisaire l'usage exclusif d'un logement, prévoit un droit de préemption et une durée de trente ans. L'un des indivisaires vend son tiers. (a) Calculez la quote-part arithmétique de la valeur et la valeur de la part avec une décote d'indivision de 12 % (équation (6.1)). (b) Expliquez l'effet du droit de préemption publié sur le droit de retrait de l'article 1022 et sur la décote. (c) En quoi la situation différerait-elle si l'immeuble avait été converti en copropriété divise, et quelles conditions légales cette conversion suppose-t-elle (art. 1038, 3030 et renvoi au chapitre 42) ? (d) Comment répartiriez-vous les charges communes dans l'approche du revenu (art. 1019) ?

Exercice 6.4 — Servitude de passage et ventes appariées ★★

Trois paires de ventes de maisons semblables d'un même secteur, l'une grevée d'une servitude de passage au profit du voisin et l'autre libre, donnent les prix suivants (libre ; grevée) : (548 000 $; 531 000 $), (602 000 $; 586 500 $) et (575 000 $; 559 000 $). (a) Calculez la moins-value absolue et relative de chaque paire et leur moyenne. (b) Appliquez la moins-value relative moyenne au sujet du cas 1 (638 000 $). (c) Comparez le résultat à l'approximation par l'élasticité prix-terrain de la section 6.9 (12 725 $ pour 120 m² grevés) et expliquez pourquoi les deux mesures ne portent pas sur la même chose. (d) Le propriétaire du fonds servant envisage de demander le rachat de la servitude (art. 1189) : quels éléments l'évaluateur doit-il chiffrer et pourquoi la moins-value du fonds servant ne fixe-t-elle pas à elle seule le prix du rachat ?

Exercice 6.5 — Quantum d'un vice caché ★★

Une maison vendue 520 000 $ avec garantie légale révèle, huit mois après la vente, une contamination par l'ocre ferreuse du drain de fondation que ni l'inspection préachat ni un acheteur prudent ne pouvaient constater. Les travaux correctifs coûtent 46 000 $; un drain neuf et un système de pompage procurent à ce bâtiment de 35 ans une plus-value estimée à 9 000 $; les troubles et pertes de jouissance sont évalués à 6 500 $. (a) Calculez la réduction de prix selon l'équation (6.10) et exprimez-la en pourcentage du prix. (b) Quelle somme totale l'acheteur peut-il réclamer si le vendeur connaissait le vice (art. 1728) ? et s'il était de bonne foi ? (c) Qu'en serait-il si l'acte stipulait une vente « sans garantie légale, aux risques et périls de l'acheteur » par un vendeur non professionnel (art. 1732–1733) ? (d) En quoi la norme de l'acheteur prudent et diligent de *Marcoux c. Picard* intervient-elle dans l'appréciation du caractère caché du vice ?

Exercice 6.6 — Usufruit viager et conversion en rente ★★★

Une résidence vaut 455 000 $ en pleine propriété. L'usufruitière a 72 ans ; le taux d'actualisation est de 4,5 % et la croissance des fruits de 1 %. À l'aide du script `analysis/python/cases/ch06_dememberements.py` et de sa table de mortalité synthétique : (a) calculez la valeur locative nette cohérente avec V, la valeur de l'usufruit, celle de la nue-propriété et la part de cette dernière ; (b) recalculez la nue-propriété en remplaçant la durée aléatoire par un terme fixe égal à la durée espérée du droit et commentez l'écart ; (c) déterminez la rente viagère constante de même valeur que l'usufruit (art. 1171) ; (d) indiquez ce que deviendraient l'usufruit et la nue-propriété si l'usufruitier était une personne morale et que l'acte ne fixait aucun terme (art. 1123) ; (e) rédigez en cinq lignes les hypothèses que le rapport devrait déclarer.

Exercice 6.7 — Emphytéose : durée restante, seuils et renouvellement ★★★

Un immeuble locatif dégage un revenu net d'exploitation de première année de 142 000 $, croissant de 2 % par an ; il est détenu en vertu d'une emphytéose dont il reste 28 ans, moyennant une rente fixe de 24 000 $; le taux d'actualisation est de 7 %. (a) Calculez la valeur de la pleine propriété, celle du droit de l'emphytéote et celle du droit du propriétaire (rentes et reprise), et vérifiez l'identité de la somme. (b) L'emphytéote souhaite convertir l'immeuble en copropriété divise : que dit l'article 1040 ? Un renouvellement de quarante ans (art. 1198) changerait-il la réponse, et quelles valeurs obtiendriez-vous avec 68 ans restants ? (c) La cession des droits de l'emphytéote à un tiers engendre-t-elle un droit de mutation ? Calculez-le avec les tranches 2026 sur la valeur du droit cédé, sans taux municipal supérieur. (d) Si les flux du propriétaire étaient actualisés à 5,5 %, que deviendrait la somme des deux droits et comment l'interpréter ?

Pour aller plus loin

Le texte de référence demeure le Code civil du Québec lui-même, dont la version refondue de LégisQuébec est à jour et gratuite (Québec 1991) ; les livres quatrième (Des biens), cinquième (Des obligations, titre deuxième, chapitre premier : De la vente ; chapitre quatrième : Du louage), sixième (Des priorités et des hypothèques) et neuvième (De la publicité des droits) contiennent l'essentiel de ce qui a été vu. La Loi concernant les droits sur les mutations immobilières (Québec 1976), la Loi sur le courtage immobilier (Québec 2008) et son règlement sur les conditions d'exercice (Québec 2010), le Règlement sur la publicité foncière (Québec 1993b) et la grille tarifaire du Registre foncier (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026c) complètent le corpus. Sur la jurisprudence des vices cachés, l'arrêt *ABB c. Domtar* (Cour suprême du Canada 2007) fixe le cadre général et *Marcoux c. Picard* (Cour d'appel du Québec 2008) la norme de l'acheteur prudent et diligent. Pour la correspondance entre le vocabulaire civiliste et celui des normes nord-américaines, on consultera le dictionnaire de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2022) et l'ouvrage québécois de Achour (1992) ; Appraisal Institute (2026) présentent l'évaluation des intérêts partiels dans la tradition de la common law, et Wyatt (2022) offre un cadre

comparatif des effets du bail, de la servitude et du bail foncier de longue durée sur la valeur, directement transposable à l'emphytéose. Les normes de pratique (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), les CUSPAP (Appraisal Institute of Canada 2026) et les IVS (International Valuation Standards Council 2025) rappellent l'obligation d'identifier les droits évalués ; le chapitre 10 y revient.

7

Cadastre, titres, servitudes et copropriété

Avant de mesurer, de comparer ou de capitaliser, l'évaluateur doit savoir *ce qu'il évalue* : quel fonds de terre, délimité par quelles bornes, détenu en vertu de quel titre, grevé de quelles charges et, lorsqu'il s'agit d'une copropriété, quelle fraction d'un ensemble dont la santé financière conditionne la valeur de chaque partie. Le chapitre 6 a posé le cadre général du Code civil ; le présent chapitre descend au niveau des documents que l'évaluateur manipule quotidiennement : le plan cadastral et le numéro de lot, l'index des immeubles du registre foncier, le certificat de localisation de l'arpenteur-géomètre, l'acte de servitude, la déclaration de copropriété et, depuis le 14 août 2025, le carnet d'entretien, l'étude du fonds de prévoyance et l'attestation du syndicat. Chacun de ces documents répond à une question dont la réponse se traduit en dollars : la contenance réelle du terrain, l'existence d'un droit de passage, la quote-part des charges, le risque d'une cotisation spéciale. Le chapitre montre comment lire ces documents et, surtout, comment mesurer leur incidence sur la valeur : l'effet d'une servitude par la méthode des ventes appariées, la répartition des charges par les quotes-parts et la suffisance d'un fonds de prévoyance par un plan de capitalisation sur vingt-cinq ans. Les exemples chiffrés reposent sur des données synthétiques identifiées comme telles ; le chapitre 42 reprendra l'évaluation des copropriétés dans sa dimension de marché et le chapitre 12 celle du mesurage.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- situer un immeuble dans le cadastre du Québec, distinguer le territoire rénové du territoire non rénové et comprendre pourquoi le plan cadastral prime les mesures des titres ;
- lire l'index des immeubles du registre foncier, en reconstituer la chaîne des titres et des charges, et budgéter la recherche documentaire d'un mandat ;
- connaître le contenu réglementaire du certificat de localisation et en extraire les éléments qui influent sur la valeur (empiétements, servitudes, dérogations, zones à

risque) ;
- qualifier une servitude (fonds dominant, fonds servant, mode d'établissement) et mesurer son effet sur la valeur par ventes appariées ou par le modèle de la bande grevée ;
- décomposer une copropriété divise en fractions, calculer les quotes-parts à partir de la valeur relative déclarée et répartir les charges communes générales et les charges des parties communes à usage restreint ;
- construire un plan de fonds de prévoyance conforme au Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise, en déduire la cotisation nécessaire et traduire un déficit de capitalisation en ajustement de valeur ;
- distinguer la copropriété indivise de la copropriété divise et repérer les clauses d'une convention d'indivision qui modifient la valeur d'une part.

7.1 Le cadastre du Québec et la rénovation cadastrale

7.1.1 Le lot, unité d'identification de l'immeuble

Le **cadastre** est le plan officiel qui découpe le territoire en **lots** numérotés, en indique les limites, les mesures et la contenance, et sert de base à la publicité des droits. La Loi sur le cadastre prévoit qu'un plan cadastral est préparé sous la direction du ministre pour la première immatriculation d'un immeuble situé dans une circonscription foncière, et que ce plan mentionne le cadastre, la circonscription foncière et la municipalité où l'immeuble se trouve (Québec 1964a, art. 1–2). L'**immatriculation**, régie par le Code civil, consiste à situer les immeubles sur ce plan en indiquant leurs limites, leurs mesures, leur contenance et leur numéro de lot ; le plan cadastral fait partie du registre foncier et il est présumé exact, de sorte qu'en cas de discordance entre les limites, les mesures ou la contenance indiquées au plan et celles des titres, le plan prime (Québec 1991, art. 3026–3027). Cette présomption a une conséquence directe pour l'évaluation : la superficie de terrain à retenir dans la grille d'analyse ou dans la méthode du coût est celle du plan cadastral en vigueur, et non celle d'un ancien acte de vente ou d'une fiche de courtage, dès lors que le territoire a été rénové.

Définition 7.1 : Lot, immatriculation et numéro de lot

Le **lot** est la portion de territoire délimitée et numérotée au plan cadastral ; l'**immatriculation** est l'opération par laquelle un immeuble reçoit un numéro de lot distinct sur ce plan. Au Québec, aucun droit de propriété ne peut être publié au registre foncier sans que l'immeuble n'ait un numéro de lot distinct, sauf en territoire non cadastré, et aucune déclaration de copropriété ne peut être publiée sans un plan cadastral qui immatricule séparément les parties privatives et les parties communes (Québec 1991, art. 3030). Le numéro de lot est ainsi la clé qui relie le terrain physique, la fiche immobilière du registre foncier, l'unité d'évaluation du rôle municipal et, en copropriété, chaque fraction.

La figure 7.1 schématise ce que le plan cadastral représente et ce qu'il ne représente pas. Il situe les limites et attribue des numéros ; il ne montre ni les bâtiments, ni les clôtures, ni les

servitudes, qui relèvent respectivement du certificat de localisation (section 7.3) et des actes publiés au registre foncier (section 7.2). Dans la figure, le lot B n'a pas d'accès direct à la rue : il bénéficie d'une servitude de passage sur une bande du lot A, qui est le fonds servant. L'exemple intégral de la section 7.4 mesure l'effet d'une telle servitude sur la valeur du fonds servant.

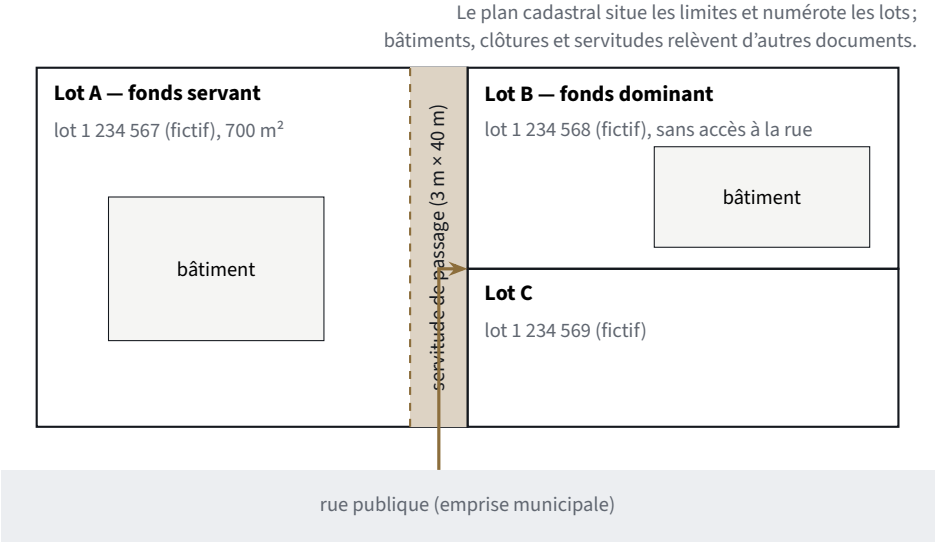


Figure 7.1. Schéma d'un îlot de trois lots cadastraux. Le lot B, enclavé, bénéficie d'une servitude de passage sur une bande de 3 m de largeur du lot A, qui en est le fonds servant ; la servitude est constituée par acte publié au registre foncier et illustrée au certificat de localisation, non au plan cadastral. Les numéros de lot sont fictifs.
Source : schéma de l'auteur.

7.1.2 La réforme du cadastre et le territoire rénové

Le cadastre originaire du Québec, dressé au XIX^{e} siècle et complété au fil des subdivisions, s'était éloigné de l'occupation réelle : lots décrits mais non mesurés sur le terrain, parties de lots désignées par des tenants et aboutissants, superpositions et lacunes. La Loi favorisant la réforme du cadastre québécois charge le ministre d'effectuer la réforme du cadastre et, notamment, « de procéder à la rénovation cadastrale du territoire » et « d'assurer la mise à jour régulière des plans cadastraux » (Québec 1985a, art. 1). La Loi sur le cadastre assujettit les lots des plans de révision dressés après le 30 septembre 1985 aux dispositions du Code civil sur l'immatriculation (Québec 1964a, art. 19), ce qui définit le **territoire rénové** : chaque immeuble y porte un numéro de lot unique à sept chiffres, mesuré et rattaché au système de coordonnées officiel, et le plan rénové y bénéficie pleinement de la présomption d'exactitude de l'article 3027.

Pour l'évaluateur, la distinction entre territoire rénové et non rénové a trois conséquences pratiques. La première touche la fiabilité des superficies : en territoire rénové, la contenance du plan est la référence, et l'arpenteur-géomètre doit établir au certificat de localisation la concordance ou la discordance entre l'occupation, le plan rénové, les titres et le plan antérieur à la rénovation ; en territoire non rénové, les mesures des titres peuvent différer sensiblement de l'occupation, et la superficie doit être traitée comme une donnée incertaine. La deuxième

touche l'identification : la correspondance entre l'ancien et le nouveau numéro de lot est consignée à l'historique cadastral, et une recherche de ventes antérieures à la rénovation exige de remonter cette concordance. La troisième touche les coûts de recherche : la grille tarifaire du Registre foncier distingue les copies de documents cadastraux du territoire non rénové, facturées de 23,00 à 163 $ selon le document depuis le 1er janvier 2026, de la consultation en ligne des plans du territoire rénové, facturée 1 $ par document (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026c).

En pratique

Le numéro de lot est la meilleure clé de jointure entre les sources de données de l'évaluateur : rôle d'évaluation, registre foncier, permis municipaux, cartographie des zones à risque et fiches de courtage. Les travaux sur le géocodage montrent qu'un appariement par adresse civique place le point dans la bonne parcelle beaucoup moins souvent qu'on ne le croit, surtout sur les grands lots et en milieu rural, alors que l'appariement par identifiant de parcelle élimine cette erreur de position (Ratcliffe 2001 ; Zandbergen 2008). Le chapitre 14 revient sur la construction de ces jointures ; la règle à retenir ici est de toujours conserver le numéro de lot dans toute base de ventes, à côté de l'adresse.

7.2 Le registre foncier et la chaîne des titres

7.2.1 La publicité des droits et ses effets

Le **registre foncier** est le registre public où sont inscrits les droits réels immobiliers. Le Code civil prévoit que la publicité des droits résulte de leur inscription au registre foncier et qu'y sont soumises l'acquisition, la constitution, la reconnaissance, la modification, la transmission et l'extinction d'un droit réel immobilier (Québec 1991, art. 2934, 2938). Les effets de cette publicité intéressent directement l'évaluateur. Un droit inscrit est opposable aux tiers et prend rang selon la date de son inscription ; il est présumé connu de celui qui acquiert ou publie un droit sur le même bien, lequel ne peut invoquer sa bonne foi s'il n'a pas consulté le registre ; l'inscription n'emporte toutefois qu'une présomption simple de l'existence du droit, et entre deux acquéreurs du même droit, celui qui publie le premier l'emporte (Québec 1991, art. 2941, 2943, 2944, 2946). Autrement dit, l'acheteur type de la définition de la valeur marchande est réputé connaître les servitudes, les hypothèques et les avis inscrits ; l'évaluateur qui ne les consulte pas évalue un bien que personne n'achèterait tel quel.

Le registre est tenu au Bureau de la publicité foncière et comporte un livre foncier par circonscription foncière ; le livre foncier est constitué d'un **index des immeubles**, qui compte autant de fiches immobilières qu'il y a d'immeubles immatriculés, ainsi que d'autres registres et index (Québec 1991, art. 2969, 2972, 2972.1). La fiche immobilière, dont le contenu est fixé par le Règlement sur la publicité foncière, indique la circonscription foncière, le cadastre, le numéro de lot et la date d'établissement de la fiche, puis, pour chaque réquisition, la date de présentation, le numéro d'inscription, la nature du document et le nom des parties (Québec 1993b, art. 4–5). La lecture de la fiche donne donc la **chaîne des titres** : la succession des ventes, donations, déclarations de transmission, hypothèques, radiations, servitudes,

baux publiés, préavis d'exercice d'un droit hypothécaire et avis divers. Elle ne donne pas le contenu des actes : le prix de vente, la description des droits transmis, l'assiette exacte d'une servitude ou le montant d'une hypothèque exigent d'ouvrir le document lui-même, ce que la page officielle du gouvernement rappelle en précisant que « la lecture de l'Index des immeubles n'est pas toujours suffisante » (Gouvernement du Québec 2026p). Le registre est public depuis 1841 et accessible en ligne moyennant un compte client (Gouvernement du Québec 2026p ; Gouvernement du Québec 2026h).

7.2.2 Ce que l'évaluateur y cherche

La consultation du registre poursuit quatre objectifs qui reviennent dans la plupart des mandats. Le premier est l'identification des droits évalués : pleine propriété, propriété superficiaire, emphytéose, usufruit, fraction de copropriété ou part indivise (chapitre 2). La présomption de l'article 955 du Code civil, selon laquelle les constructions sur un immeuble sont présumées faites par le propriétaire du sol et lui appartenir, ne vaut qu'en l'absence de titre contraire ; un acte de superficie publié la renverse, et l'évaluateur qui attribuerait la valeur du bâtiment au propriétaire du sol sans avoir vérifié le registre commettrait une erreur sur l'objet même de l'évaluation (Québec 1991, art. 955). Le deuxième objectif est le relevé des charges : servitudes actives et passives, hypothèques, hypothèques légales de la construction, avis de contamination, préavis d'exercice. Le troisième est la vérification des ventes, du sujet comme des comparables : l'acte de vente publié donne les parties, le prix déclaré, la date de signature et les déclarations aux fins des droits de mutation, mais ni la date de la promesse d'achat ni les conditions de vente, qui exigent d'autres sources (chapitres 13 et 16). Le quatrième est la détection des transactions non sincères ou des indices de difficulté : vente entre personnes liées, reprise de finance, succession de préavis, hypothèques multiples dont la somme excède le prix.

La recherche a un coût, qui doit être budgété au mandat. La Loi sur les bureaux de la publicité des droits fixe à son annexe I les montants de base des droits relatifs à la publicité foncière et prévoit leur indexation (Québec 1964b, art. 7.2 et annexe I) ; la grille tarifaire en vigueur depuis le 1er avril 2025, publiée par le ministère des Ressources naturelles et des Forêts, donne les montants effectivement perçus (tableau 7.1). La consultation en ligne d'un document, qu'il s'agisse d'une fiche de l'index des immeubles, d'un acte ou d'un plan cadastral, coûte 1 $; la recherche complète d'un sujet, soit la fiche, les cinq ou six derniers actes et le plan, revient ainsi à moins de 10 $, et celle d'une douzaine de comparables à quelques dizaines de dollars, ce qui rend injustifiable l'omission de cette vérification.

Au Québec

Le registre foncier québécois est un registre de *documents* et non un registre de *titres* garantis par l'État, à la différence du système Torrens en vigueur dans plusieurs provinces canadiennes. L'inscription confère l'opposabilité et le rang, mais elle n'emporte qu'une présomption simple de l'existence du droit (Québec 1991, art. 2944) : c'est pourquoi l'examen des titres par un notaire, et non la seule consultation de l'index, demeure la pratique lors d'une transaction, et c'est pourquoi l'évaluateur énonce dans son rapport qu'il n'a pas fait d'examen de titres et qu'il présume la validité des titres, hypothèse ordinaire que les normes de pratique de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec

Tableau 7.1. Principaux tarifs du Registre foncier et du cadastre applicables à la recherche documentaire (grille en vigueur à compter du 1er avril 2025 ; copies cadastrales du territoire non rénové au 1er janvier 2026)

Produit ou service	Tarif ($)	Remarque
Consultation en ligne d'un document (fiche, acte, plan)	1	par document consulté
Copie non certifiée d'un document	26	
Copie certifiée d'un document	42	
État certifié des droits	16	plus 16 $ par réquisition
Inscription d'une réquisition	142	frais de publication d'un acte
Radiation	162	plus 99 $ selon le cas
Avis d'adresse	56	
Copie papier d'un document cadastral (territoire non rénové)	23 à 163	selon le document

Source : Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (2026c), grille « janvier 2026 » dont la page 1 porte « En vigueur à compter du 1er avril 2025 » (mise à jour du 26 mars 2025) ; montants de base indexés de l'annexe I de la Loi sur les bureaux de la publicité des droits (Québec 1964b). Aucune grille postérieure n'a été trouvée au 31 octobre 2026.

exigent de déclarer (chapitre 10) (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Lorsque la valeur conclue dépend d'une charge dont l'existence ou la portée est incertaine, par exemple une servitude de non-construction qui limiterait la plus haute et meilleure utilisation, l'évaluateur doit soit obtenir une opinion juridique, soit formuler une hypothèse extraordinaire explicite.

7.3 Le certificat de localisation

7.3.1 Un document de la vente, défini par règlement

Le Code civil impose au vendeur de remettre à l'acheteur les titres de propriété qu'il possède, ainsi que le certificat de localisation, et de délivrer la contenance indiquée au contrat, sauf lorsque la vente est faite sans égard à la contenance (Québec 1991, art. 1719–1720). Le **certificat de localisation** est l'œuvre exclusive de l'arpenteur-géomètre, et son contenu est fixé par le Règlement sur la norme de pratique relative au certificat de localisation adopté en vertu de la Loi sur les arpenteurs-géomètres (Québec 2002, art. 2, 9, 10, 13 et 14). Ce règlement le définit comme un document en minute comportant un rapport et un plan, dans lequel l'arpenteur-géomètre « exprime son opinion sur la situation et la condition actuelles d'un bien-fonds par rapport aux titres de propriété, au cadastre, ainsi qu'aux lois et règlements pouvant l'affecter » (art. 2). Trois mots de cette définition méritent attention. C'est une *opinion* professionnelle, non un acte authentique du registre ; elle porte sur la situation *actuelle*, c'est-à-dire à la date du levé ; et elle met en rapport trois réalités qui ne coïncident pas toujours : l'occupation sur le terrain, le cadastre et les titres, d'une part, et la réglementation, d'autre part.

7.3.2 Le contenu du rapport et du plan

Le rapport doit traiter d'une vingtaine d'éléments énumérés au règlement (art. 9), et le plan doit les illustrer lorsque c'est possible (art. 13). Le tableau 7.2 regroupe ces éléments

selon l'usage que l'évaluateur en fait. Deux groupes sont décisifs pour la valeur. Le premier concerne la concordance entre l'occupation, le plan cadastral et les titres : l'arpenteur-géomètre doit établir la concordance ou la discordance entre les marques d'occupation, les limites, les mesures et la contenance du plan en vigueur et celles des titres, et, en territoire rénové, avec celles du plan antérieur à la rénovation (art. 9, par. 6°) ; il doit relever tout empiétement apparent, exercé ou souffert (par. 13°). Un empiétement du bâtiment voisin ou une clôture mal placée sont des faits qui pèsent sur la négociation et donc sur le prix. Le second groupe concerne les charges et les restrictions : servitudes actives et passives inscrites au registre foncier ou contenues dans le dernier acte d'acquisition (par. 7°), servitudes apparentes ou charges qui devraient normalement faire l'objet d'une servitude (par. 9°), avis d'expropriation ou de réserve pour fins publiques (par. 10°), statut patrimonial (par. 11°), zone agricole (par. 12°), zone au sens du règlement de zonage et conformité ou dérogation de la position des bâtiments par rapport aux marges prescrites (par. 18° et 19°), zones inondables, bandes riveraines et zones à risque (par. 20° et 21°), zone aéroportuaire (par. 22°) et indices d'un ensemble immobilier au sens de la Loi sur le Tribunal administratif du logement (par. 23°). Chacun de ces éléments renvoie à un chapitre de l'ouvrage : les servitudes à la section 7.4, le zonage au chapitre 8, les zones à risque au chapitre 38 et au chapitre 43, l'ensemble immobilier au chapitre 34.

Pour une partie privative de copropriété divise, le règlement prévoit un contenu allégé (art. 10 et 14) : désignation, historique cadastral jusqu'au lot originaire créé pour la copropriété, concordance entre l'identification cadastrale et l'adresse, concordance entre l'occupation, les titres et le cadastre, servitudes, et, au plan, les dimensions, la contenance et l'altitude géodésique de la partie privative ainsi qu'un croquis de l'étage. La contenance de la partie privative mesurée par l'arpenteur-géomètre est une mesure *cadastrale*, prise selon les conventions du cadastre vertical ; elle ne coïncide pas nécessairement avec la superficie habitable ou la superficie de plancher utilisée dans les fiches de courtage ou dans l'évaluation, et le chapitre 12 traite de ces écarts de convention.

7.3.3 Actualité du certificat

Le règlement ne fixe aucune durée de validité au certificat de localisation : il exige que le document décrive la situation « actuelle » du bien-fonds, de sorte qu'un certificat devient inadéquat dès qu'un fait pertinent a changé, qu'il s'agisse d'une construction, d'une rénovation cadastrale, d'une nouvelle servitude ou d'une modification du zonage. L'exigence fréquente des prêteurs et des notaires d'un certificat récent, souvent de moins de dix ans et sans changement depuis, est une pratique contractuelle, non une règle de droit, et elle n'est pas vérifiée dans une source normative aux fins de cet ouvrage. Pour l'évaluateur, la question n'est pas l'âge du certificat mais sa concordance avec l'état constaté lors de l'inspection : un certificat de douze ans qui montre la même maison, la même remise et la même clôture reste informatif ; un certificat de trois ans qui précède l'ajout d'un garage ne l'est plus pour la conformité des marges.

Erreurs fréquentes

- Retenir la superficie de terrain d'une fiche de courtage ou d'un ancien acte alors que le plan cadastral rénové, présumé exact, indique une contenance différente (Québec

Tableau 7.2. Éléments du certificat de localisation (RLRQ, c. A-23, r. 10, art. 9 et 13) et usage qu'en fait l'évaluateur

Groupe	Éléments vérifiés par l'arpenteur-géomètre (rapport)	Usage en évaluation
Identification	Dates du levé et des recherches au registre ; description actualisée des lots, mesures et contenance ; dernier acte d'acquisition ; historique cadastral	Superficie du terrain à retenir ; lien avec la fiche immobilière et le rôle ; âge du certificat
Concordance	Concordance ou discordance entre occupation, plan cadastral en vigueur, titres et, en territoire rénové, plan antérieur ; bornages ; empiétements exercés ou soufferts	Risque de litige de limites ; valeur de la contenance réellement disponible ; ajustement ou hypothèse extraordinaire
Charges	Servitudes actives et passives inscrites ou contenues au dernier acte ; servitudes apparentes ou charges qui devraient faire l'objet d'une servitude ; avis d'expropriation ou de réserve	Relevé des servitudes à évaluer (section 7.4) ; droits démembrés ; réserve pour fins publiques
Restrictions publiques	Bien patrimonial ou aire de protection ; zone agricole ; zone de zonage et conformité des marges ; zones inondables, bandes riveraines, zones à risque ; zone aéroportuaire	Plus haute et meilleure utilisation (chapitre 41) ; dérogations et droits acquis (chapitre 8) ; risques (chapitres 38 et 43)
Bâtiments	Bâtiments, dépendances et structures (remises, piscines) ; état d'avancement des travaux ; nombre d'étages et revêtement ; adresse ; indices d'ensemble immobilier	Inventaire des améliorations ; cohérence avec l'inspection (chapitre 11) ; ensemble immobilier (chapitre 34)
Plan	Représentation graphique, tenants et aboutissants, dimensions et contenance ; dimensions des bâtiments et distances aux limites (fondations ou revêtement) ; illustration des charges et restrictions ; nord, échelle, date	Vérification des marges et des empiétements ; base du croquis de mesurage (chapitre 12)

Source : synthèse de l'auteur d'après le texte du règlement (art. 9, 10, 13 et 14), lu sur LégisQuébec le 31 octobre 2026 ; regroupement et colonne « usage » propres à l'ouvrage.

1991, art. 3027).
- Confondre la contenance cadastrale d'une partie privative avec sa superficie habitable, et comparer des copropriétés mesurées selon des conventions différentes.
- Lire le certificat de localisation comme un titre : il exprime l'opinion de l'arpenteur-géomètre sur l'occupation et la conformité, il ne garantit pas la propriété.
- Négliger un empiétement « mineur » ou une dérogation de marge : la négociation en tient compte, et une régularisation (dérogation mineure, servitude de tolérance) a un coût et un délai.

7.4 Les servitudes et leur effet sur la valeur

7.4.1 Nature et établissement

La **servitude** est une charge imposée sur un immeuble, le fonds servant, en faveur d'un autre immeuble, le fonds dominant, appartenant à un propriétaire différent ; elle oblige le propriétaire du fonds servant à supporter certains actes d'usage de la part du propriétaire du fonds dominant ou à s'abstenir lui-même d'exercer certains droits inhérents à la propriété (Québec 1991, art. 1177). C'est un démembrement du droit de propriété et un droit réel (Québec 1991, art. 1119), qui s'attache aux fonds et non aux personnes : elle suit l'immeuble dans les mains de tout acquéreur. Elle s'établit par contrat, par testament, par destination du propriétaire ou par l'effet de la loi, et jamais par la possession, si longue soit-elle (Québec 1991, art. 1181). Cette dernière règle a une portée pratique considérable : un passage utilisé depuis trente ans par le voisin ne constitue pas une servitude s'il n'est pas fondé sur un titre, et inversement une servitude publiée demeure en vigueur même si elle n'est plus exercée depuis longtemps, sous réserve des règles d'extinction du Code. L'évaluateur ne se fie donc ni à l'usage apparent ni aux dires des parties : il remonte à l'acte constitutif, dont le certificat de localisation lui donne la référence (section 7.3).

Définition 7.2 : Servitude, fonds servant, fonds dominant

Le **fonds servant** est l'immeuble qui supporte la charge ; le **fonds dominant** est celui qui en bénéficie. Une servitude est dite *passive* du point de vue du fonds servant et *active* du point de vue du fonds dominant, vocabulaire que reprend le certificat de localisation. Du point de vue de la valeur, la même servitude est une *charge* qui diminue la valeur du fonds servant et un *avantage* qui augmente celle du fonds dominant ; les deux effets ne sont en général ni égaux ni opposés, parce que l'utilité perdue par l'un et l'utilité gagnée par l'autre ne se mesurent pas sur le même marché.

Les servitudes rencontrées en évaluation résidentielle se classent en quelques familles. Les *servitudes de passage* permettent l'accès d'un fonds enclavé ou mal desservi à la voie publique, ou le passage de véhicules vers un stationnement arrière ; elles sont fréquentes dans les quartiers anciens où les lots sont étroits. Les *servitudes d'utilités publiques* grèvent une bande de terrain au profit des distributeurs d'électricité, de gaz, de télécommunications ou de la municipalité pour les conduites ; elles interdisent généralement de construire sur l'assiette et autorisent l'accès pour l'entretien. Les *servitudes de non-construction*, de *vue*

ou de *hauteur* limitent ce que le propriétaire du fonds servant peut ériger, souvent pour préserver l'ensoleillement ou le dégagement du fonds dominant. Les *servitudes de tolérance* ou d'*empiétement* régularisent un mur, un balcon ou un avant-toit qui déborde sur le voisin. Enfin, les *servitudes réciproques* de passage ou d'entretien d'un mur mitoyen lient deux fonds l'un envers l'autre. Le tableau 7.3 résume, pour chaque famille, le sens attendu de l'effet sur la valeur, ses déterminants et la méthode de mesure appropriée. Les ordres de grandeur qui y figurent sont ceux des paramètres pédagogiques de l'exemple synthétique du chapitre ; ils ne décrivent aucun marché réel.

7.4.2 Mesurer l'effet d'une servitude

L'effet d'une servitude sur la valeur du fonds servant est, par définition, la différence entre la valeur de l'immeuble libre de la servitude et sa valeur grevé :

$$\Delta_S = V_{\text{sans}} - V_{\text{avec}}. \tag{7.1}$$

Cette écriture est simple ; son estimation ne l'est pas, parce qu'on n'observe jamais le même immeuble dans les deux états. Trois voies s'offrent à l'évaluateur, par ordre de force probante décroissante.

La première est la méthode des **ventes appariées** (*paired sales*), qui consiste à réunir des paires de ventes d'immeubles aussi semblables que possible, dont un seul membre est grevé de la servitude étudiée, et à mesurer la différence de prix à l'intérieur de chaque paire. Soit n paires et, pour la paire j, les prix P_j^{avec} et P_j^{sans} ; la différence $d_j = P_j^{\text{avec}} - P_j^{\text{sans}}$ est une mesure bruitée de $-\Delta_S$. L'estimateur usuel est la moyenne des différences, accompagnée de son erreur-type :

$$\bar{d} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} d_j, \tag{7.2}$$

$$s_d = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\left(d_j - \bar{d}\right)^2}, \qquad \mathrm{ET}(\bar{d}) = \frac{s_d}{\sqrt{n}}, \tag{7.3}$$

et l'intervalle de confiance à 95 % est $\bar{d} \pm t_{0{,}975;\,n-1}\,\mathrm{ET}(\bar{d})$. L'effet relatif, plus facile à transporter d'un immeuble à l'autre, se calcule soit comme la moyenne des rapports de prix, soit à partir du logarithme des rapports :

$$\hat{a} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{P_j^{\text{avec}}}{P_j^{\text{sans}}} - 1\right), \qquad \hat{\beta} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\ln\frac{P_j^{\text{avec}}}{P_j^{\text{sans}}}, \quad \hat{a}_{\log} = e^{\hat{\beta}} - 1, \tag{7.4}$$

la seconde forme étant celle que retient un modèle hédonique semi-logarithmique où la servitude entre comme variable indicatrice (chapitre 18) ; l'effet en pourcentage d'une indicatrice y est $100\,[\exp(\hat{\beta}) - 1]$ selon Halvorsen et Palmquist (1980), avec la correction de Kennedy (1981) lorsque la variance de $\hat{\beta}$ n'est pas négligeable.

Tableau 7.3. Familles de servitudes rencontrées en résidentiel, sens de l'effet sur la valeur et méthode de mesure (illustration synthétique, aucune statistique de marché)

Famille	Effet attendu sur le fonds servant	Déterminants	Mesure recommandée
Passage (accès, véhicules)	négatif ; dépend de la position (latérale ou traversante), de la largeur et de l'intensité d'usage	superficie grevée, perte d'intimité, entretien et déneigement, responsabilité	ventes appariées (section 7.4.3) ; modèle de la bande à défaut
Utilités publiques (lignes, conduites)	négatif, souvent faible lorsque l'assiette longe une limite ; plus marqué si elle traverse la cour ou interdit la piscine	superficie et position de l'assiette, visibilité des équipements, restriction de construction	modèle de la bande avec perte d'utilité partielle ; paires lorsque la nuisance est visible
Non-construction, vue, hauteur	négatif si elle restreint un agrandissement ou un usage probable ; nul sinon	écart entre l'utilisation permise et la plus haute et meilleure utilisation sans servitude	comparaison des deux plus hautes et meilleures utilisations (chapitre 41)
Tolérance, empiétement	faible, parfois positif pour le fonds qui empiète (régularisation)	étendue de l'empiétement, coût d'une correction évitée	coût évité ou ajustement qualitatif
Réciproque (mur mitoyen, passage partagé)	faible, les charges et avantages se compensant partiellement	symétrie des obligations, état du mur ou du passage	ajustement qualitatif, vérification des obligations d'entretien
Fonds dominant (toute famille)	positif ; parfois indispensable (fonds enclavé)	valeur de l'accès ou du dégagement obtenu, substituts disponibles	valeur avec et sans l'avantage ; coût de la solution de rechange

Source : synthèse de l'auteur ; terminologie d'après Appraisal Institute (2022) et Wyatt (2022) ; les ordres de grandeur ne proviennent d'aucune étude de marché et l'exemple de la section 7.4.3 est synthétique.

Proposition 7.1 : Pourquoi apparier

Supposons que le prix de chaque immeuble se décompose en une composante commune à la paire, m_j, qui résume la localisation, la taille et la date, et une composante propre à la transaction : $P_j^{\text{sans}} = m_j + \varepsilon_j$ et $P_j^{\text{avec}} = m_j - \Delta_S + \eta_j$, avec $\mathrm{E}[\varepsilon_j] = \mathrm{E}[\eta_j] = 0$, $\mathrm{Var}[\varepsilon_j] = \mathrm{Var}[\eta_j] = \sigma^2$ et $\mathrm{Cov}[\varepsilon_j, \eta_j] = \rho\sigma^2$. Alors $\bar{d}$ est un estimateur sans biais de $-\Delta_S$, quelle que soit la dispersion des m_j entre les paires, et

$$\mathrm{Var}[\bar{d}] = \frac{2\sigma^2(1-\rho)}{n}, \tag{7.5}$$

alors que la différence des moyennes de deux échantillons non appariés de n immeubles chacun aurait une variance de $\left[2\sigma^2 + 2\,\mathrm{Var}(m)\right]/n$.

Démonstration. On a $d_j = -\Delta_S + \eta_j - \varepsilon_j$, d'où $\mathrm{E}[d_j] = -\Delta_S$ et $\mathrm{E}[\bar{d}] = -\Delta_S$: la composante commune m_j disparaît par différence, ce qui élimine le biais que créerait toute différence systématique de localisation ou de taille entre les immeubles grevés et les immeubles libres. La variance de d_j vaut $\mathrm{Var}[\eta_j] + \mathrm{Var}[\varepsilon_j] - 2\,\mathrm{Cov}[\eta_j, \varepsilon_j] = 2\sigma^2(1-\rho)$, et celle de la moyenne de n différences indépendantes s'obtient en divisant par n. Pour deux échantillons indépendants non appariés, les m_j ne s'annulent pas : la variance de chaque prix est $\sigma^2 + \mathrm{Var}(m)$, et celle de la différence des moyennes $2[\sigma^2 + \mathrm{Var}(m)]/n$. L'appariement est d'autant plus avantageux que la dispersion des immeubles entre les paires, $\mathrm{Var}(m)$, est grande et que la corrélation intrapaire ρ est élevée. □

La proposition dit pourquoi la méthode est puissante et quand elle échoue. Elle est puissante parce que des immeubles très différents d'une paire à l'autre, du bungalow de banlieue au plex de quartier central, peuvent coexister dans le même échantillon sans biaiser l'estimation, pourvu que les deux membres de chaque paire soient semblables. Elle échoue lorsque les deux membres d'une paire diffèrent par autre chose que la servitude, car la différence d_j capte alors aussi cette autre différence ; en pratique, on ajuste d'abord les prix des deux membres pour les différences résiduelles connues, selon les méthodes du chapitre 17, puis on calcule la différence. Elle échoue aussi lorsque les paires sont trop peu nombreuses pour que l'erreur-type soit acceptable : avec $n = 3$, l'intervalle de confiance est généralement trop large pour fonder un ajustement, et le résultat sert d'indication, non de preuve.

La deuxième voie est le **modèle de la bande grevée**, utilisé lorsque les paires manquent. L'effet est approché par la valeur de la superficie grevée, pondérée par la proportion d'utilité que la servitude retire au propriétaire :

$$\Delta_S \approx S_{\text{grevée}} \times p_L \times \kappa, \tag{7.6}$$

où $S_{\text{grevée}}$ est la superficie de l'assiette, p_L le prix unitaire du terrain dans le secteur (chapitre 25) et $\kappa \in [0, 1]$ la proportion d'utilité perdue : voisine de 1 pour une bande que le propriétaire ne peut ni aménager ni utiliser, de l'ordre de la moitié pour un passage non exclusif qui laisse l'usage courant, faible pour une conduite enfouie sous une pelouse. Ce modèle est transparent et facile à défendre, mais il ignore ce que la servitude fait au *reste* de l'immeuble : perte d'intimité, circulation, difficulté de revente, restriction d'un agrandissement. L'exemple ci-dessous montre que l'écart entre les deux méthodes peut être important.

La troisième voie, pour les servitudes qui restreignent l'usage, consiste à comparer la plus haute et meilleure utilisation avec et sans la servitude (chapitre 41) : une servitude de non-construction sur un terrain dont la meilleure utilisation est déjà l'usage actuel n'a pas d'effet mesurable, alors que la même servitude sur un terrain subdivisible retire la valeur de la subdivision. Dans tous les cas, l'évaluateur se demande aussi qui supporte les obligations accessoires, car l'acte constitutif répartit souvent l'entretien, le déneigement et la responsabilité entre les fonds, et ces obligations sont elles-mêmes des charges ou des avantages.

7.4.3 Exemple intégral : effet d'une servitude de passage par ventes appariées

Données synthétiques

Les douze paires de ventes de cette section sont *synthétiques* et générées dans le script `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py` (graine 20261031), sans fichier de données externe. Le prix « sans servitude » de chaque paire est tiré d'une loi log-normale centrée sur 445 000 $ avec un écart-type logarithmique de 0,08, ce qui représente des bungalows fictifs de taille et de localisation différentes d'une paire à l'autre ; le prix « avec servitude » applique un effet vrai de 4,5 % du prix, inconnu de l'analyste, et un bruit de transaction d'écart-type logarithmique 0,025. Les prix sont arrondis à 500 $. Le terrain type mesure 700 m² et la bande de passage 3 m sur 40 m. Ces paramètres sont des hypothèses pédagogiques qui ne décrivent aucun marché ; l'effet vrai sert uniquement à vérifier que la méthode le retrouve. Les calculs utilisent `traite.comparables.ventes_appariees` et sont vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch07.py`.

Exemple 7.1 : Servitude de passage sur un bungalow de banlieue fictif

Le sujet est un bungalow dont le terrain de 700 m² est grevé, le long de sa limite latérale, d'une servitude de passage de 3 m de largeur permettant au voisin arrière d'accéder à la rue avec ses véhicules, comme à la figure 7.1. L'évaluateur a réuni douze paires de ventes de bungalows semblables du même marché, chaque paire réunissant un immeuble grevé d'une servitude de passage latérale comparable et un immeuble libre ; les différences résiduelles de date et de caractéristiques ont déjà été ajustées, de sorte que la différence de prix à l'intérieur de chaque paire isole la servitude. Le tableau 7.4 donne les prix et les différences, et la figure 7.2 les représente.

Étape 1 : les différences. Les douze différences $d_j = P_j^{\text{avec}} - P_j^{\text{sans}}$ sont toutes négatives et s'échelonnent de −5 000 $ à −37 500 $. Leur moyenne (7.2) est $\bar{d} = -20\,333$ $ et leur médiane −19 000 $; l'écart-type (7.3) vaut $s_d = 10\,026$ $ et l'erreur-type de la moyenne $10\,026\,\$/\sqrt{12} = 2\,894$ $. La statistique $t = -20\,333/2\,894 = -7{,}03$ est très au-delà de la valeur critique $t_{0{,}975;\,11} = 2{,}201$: la différence est nettement significative, et l'intervalle de confiance à 95 % s'étend de −26 703 $ à −13 963 $.

Étape 2 : l'effet relatif. La moyenne des rapports de prix (7.4) donne $\hat{a} = -4{,}51$ %, le rapport des moyennes −4,46 % et la forme logarithmique $\hat{\beta} = -0{,}0465$, soit $\hat{a}_{\log} = e^{-0{,}0465} - 1 = -4{,}54$ %. Les trois mesures concordent à un dixième de point près et

retrouvent, à l'erreur d'échantillonnage près, l'effet vrai de 4,5 % qui a servi à générer les données. Rapporté au prix moyen des immeubles libres, 455 792 $, l'intervalle de confiance monétaire correspond à un effet relatif compris entre −5,9 % et −3,1 %.
Étape 3 : le modèle de la bande. À titre de contrôle, l'équation (7.6) appliquée à l'assiette de $3 \times 40 = 120\ \text{m}^2$, soit 17,1 % du terrain, avec un prix unitaire de terrain de 180 $/m² propre au secteur fictif et une perte d'utilité $\kappa = 0{,}5$ pour un passage non exclusif, donne $120 \times 180 \times 0{,}5 = 10\,800$ $, à peine plus de la moitié de l'effet mesuré par les paires. L'écart est instructif : la servitude ne retire pas seulement la moitié de l'utilité d'une bande de terrain, elle impose une circulation le long de la maison, une perte d'intimité et un entretien partagé que le modèle de la bande ne voit pas, et que les acheteurs, eux, voient. Lorsque les deux méthodes divergent à ce point, la méthode des paires l'emporte si l'échantillon est suffisant ; le modèle de la bande n'est retenu que comme borne inférieure.
Étape 4 : l'ajustement. Pour un sujet grevé dont les comparables sont libres, l'ajustement de la grille (chapitre 17) est de −4,5 % du prix du comparable, soit environ −20 000 $ pour un bungalow de 450 000 $, avec une fourchette raisonnable de −3 à −6 %. L'évaluateur documente au dossier les douze paires, les ajustements préalables et l'intervalle de confiance, et il signale que la fourchette s'applique à une servitude de passage latérale d'usage résidentiel ; une servitude traversante, ou utilisée par un commerce, exigerait d'autres paires.

Tableau 7.4. Douze paires de ventes synthétiques : prix de l'immeuble libre, prix de l'immeuble grevé d'une servitude de passage, différence et rapport

Paire	Sans servitude ($)	Avec servitude ($)	Différence d_j ($)	Rapport −1 (%)
1	523 500	512 000	−11 500	−2,20
2	411 500	391 500	−20 000	−4,86
3	445 500	427 500	−18 000	−4,04
4	477 000	447 000	−30 000	−6,29
5	440 000	402 500	−37 500	−8,52
6	471 500	466 500	−5 000	−1,06
7	437 000	422 000	−15 000	−3,43
8	488 000	468 000	−20 000	−4,10
9	422 500	409 000	−13 500	−3,20
10	452 000	414 500	−37 500	−8,30
11	491 000	476 000	−15 000	−3,06
12	410 000	389 000	−21 000	−5,12
Moyenne	455 792	435 458	−20 333	−4,51
Médiane			−19 000	
Écart-type			10 026	

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py`, graine 20261031 ; effet vrai de génération 4,5 %.

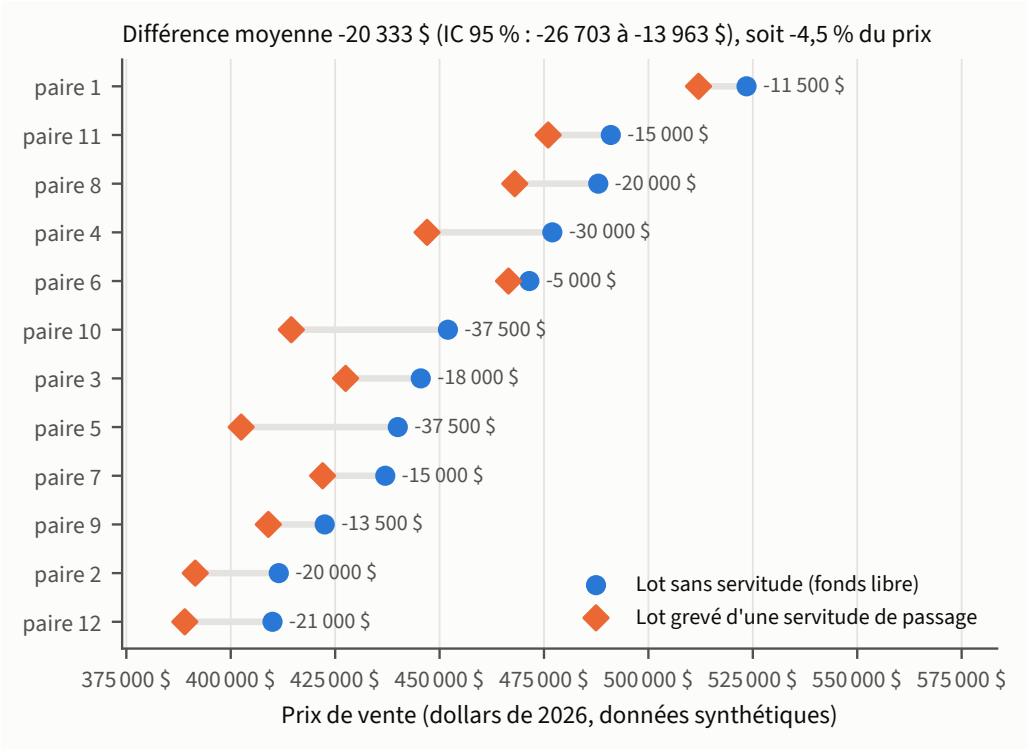


FIGURE 7.2. Les douze paires de ventes synthétiques, classées par prix de l'immeuble libre : chaque segment relie le prix de l'immeuble grevé (losange) à celui de l'immeuble libre (cercle). La longueur des segments varie, mais leur sens est constant ; la moyenne des différences et son intervalle de confiance à 95 % figurent en titre.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch07_paires.py`, graine 20261031.

Au Québec

Les servitudes ne concernent pas que l'évaluation privée. Aux fins du rôle d'évaluation foncière, l'état de l'unité d'évaluation à considérer comprend, outre son état physique, « sa situation au point de vue économique et juridique » et son environnement (Québec 1979b, art. 46 al. 3) : une servitude publiée qui restreint l'usage ou l'accès fait partie de l'état juridique de l'unité et peut fonder une demande de révision si l'évaluateur municipal ne l'a pas prise en compte (chapitre 9). En sens inverse, les servitudes d'utilités publiques courantes qui longent les limites arrière de lots de banlieue sont généralement traitées comme sans effet mesurable, parce qu'elles sont présentes sur la quasi-totalité des comparables : l'ajustement n'a de sens que pour une servitude qui distingue le sujet de son marché.

7.5 La copropriété divise : déclaration, fractions et quotes-parts

7.5.1 Naissance et architecture juridique

La **copropriété divise** est établie par la publication d'une déclaration qui divise l'immeuble en fractions (Québec 1991, art. 1038) ; dès cette publication, la collectivité des copropriétaires constitue une personne morale, le **syndicat**, qui a pour objet la conservation de l'immeuble, l'entretien et l'administration des parties communes, la sauvegarde des droits afférents à l'immeuble et toutes les opérations d'intérêt commun, et qui doit notamment veiller à ce que les travaux nécessaires à la conservation et à l'entretien de l'immeuble soient effectués (Québec 1991, art. 1039). Chaque **fraction** comprend une partie privative, dont le copropriétaire a la propriété et l'usage exclusif, et une quote-part des parties communes, qui appartiennent à tous les copropriétaires (Québec 1991, art. 1010, 1042-1043). Sont présumées communes, sauf stipulation contraire de la déclaration, le sol, les cours, les balcons, les escaliers et ascenseurs, les locaux de services, le stationnement, le gros œuvre, les équipements et appareils communs et les canalisations (Québec 1991, art. 1044). Certaines parties communes sont dites *à usage restreint* lorsqu'une ou quelques fractions en ont l'usage exclusif : balcons, terrasses, cases de stationnement, espaces de rangement. La copropriété divise peut aussi être établie sur un immeuble détenu en emphytéose ou en propriété superficiaire, à la condition que la durée restante soit supérieure à cinquante ans (Québec 1991, art. 1040), ce qui modifie profondément l'objet évalué (chapitre 2).

La **déclaration de copropriété** comprend trois parties : l'acte constitutif, le règlement de l'immeuble et l'état descriptif des fractions (Québec 1991, art. 1052). L'acte constitutif définit la destination de l'immeuble, des parties privatives et des parties communes, détermine la valeur relative de chaque fraction en indiquant la méthode suivie pour l'établir, fixe la quote-part des charges et le nombre de voix attachées à chaque fraction, et précise les pouvoirs et devoirs du conseil d'administration et de l'assemblée (Québec 1991, art. 1053). L'évaluateur lit la déclaration pour trois raisons : la destination, qui peut interdire la location à court terme, l'exercice d'une activité professionnelle ou la garde d'animaux, et qui conditionne le bassin d'acheteurs ; la définition des parties communes à usage restreint, qui dit ce que la fraction comprend réellement ; et la quote-part, qui détermine les charges.

7.5.2 Valeur relative et quote-part

La **valeur relative** de chaque fraction est établie par rapport à la valeur de l'ensemble des fractions, « en fonction de la nature, de la destination, des dimensions et de la situation de la partie privative de chaque fraction, mais sans tenir compte de son utilisation » (Québec 1991, art. 1041). Elle sert de clé de répartition : chaque copropriétaire contribue aux charges communes en proportion de la valeur relative de sa fraction (Québec 1991, art. 1064), et le nombre de voix est aussi, sauf disposition contraire, proportionnel à cette valeur. Il faut insister sur ce que la valeur relative n'est pas. Elle est fixée une fois pour toutes dans la déclaration, selon une méthode déclarée, à la naissance de la copropriété ; toute décision du syndicat qui, à l'encontre de la déclaration, imposerait une modification de la valeur relative d'une fraction est sans effet (Québec 1991, art. 1102). Elle ne suit donc pas le marché, et la *valeur marchande* d'une fraction, qui dépend de son état, de ses améliorations, de son étage et de la conjoncture, s'en écarte normalement avec le temps. L'évaluateur agréé peut être mandaté pour établir la valeur relative d'un immeuble neuf ou converti : il applique alors un barème de dimensions, de situation (étage, orientation, vue) et de nature (logement, local, stationnement), le documente, et c'est ce barème qui devient la méthode « suivie pour l'établir » exigée par l'article 1053.

Notons v_i la valeur relative de la fraction i et N le nombre de fractions. La **quote-part** est

$$q_i = \frac{v_i}{\sum_{k=1}^{N} v_k}, \qquad \sum_{i=1}^{N} q_i = 1, \tag{7.7}$$

exprimée dans les déclarations en pourcentage, en millièmes ou en dix-millièmes, avec une règle d'arrondi qui assure que la somme soit exacte. La contribution annuelle de la fraction i aux charges communes générales C est $C_i = q_i\, C$. Pour les parties communes à usage restreint, le Code prévoit que les copropriétaires qui en ont l'usage contribuent seuls aux charges qui en résultent, ce que la déclaration peut moduler pour les réparations majeures et le remplacement (Québec 1991, art. 1064). La charge totale de la fraction i s'écrit donc

$$C_i^{\text{tot}} = q_i\, C + \sum_{u \in U_i} \frac{C_u}{n_u}, \tag{7.8}$$

où U_i est l'ensemble des parties communes à usage restreint dont la fraction i a l'usage, C_u la charge d'entretien courant de la partie u et n_u le nombre de fractions qui en ont l'usage, à parts égales sauf disposition contraire de la déclaration. La Cour d'appel a précisé que les « charges » de l'article 1064 qui incombent aux seuls usagers d'une partie commune à usage restreint visent les dépenses mineures de réparation et les coûts d'entretien, et que tous les copropriétaires contribuent au fonds de prévoyance selon la valeur relative de leur fraction, même pour les réparations majeures de ces parties, sous réserve de ce que prévoit la déclaration (Cour d'appel du Québec 2014). La règle a une incidence directe sur l'évaluation : une fraction munie d'un balcon ou d'un stationnement à usage restreint paie leur entretien courant, mais leur remplacement est mutualisé, sauf clause contraire.

Définition 7.3 : Valeur d'une fraction et valeur relative

La valeur marchande d'une fraction i, V_i, est la valeur du faisceau formé par la partie privative, la quote-part indivise des parties communes et l'usage exclusif des parties communes à usage restreint qui lui sont rattachées, nette de la charge que représentent les contributions futures. On peut l'écrire comme la somme de la valeur attribuable aux éléments propres de la fraction et de sa part de la valeur attribuable aux parties communes, corrigée du passif latent du syndicat :

$$V_i = V_i^{\text{priv}} + q_i \, V^{\text{com}} - q_i \, D, \tag{7.9}$$

où D est le déficit de capitalisation du fonds de prévoyance ou toute dette du syndicat que les copropriétaires devront combler par contributions spéciales, sous l'hypothèse que le marché capitalise ce passif à sa valeur. Cette décomposition est un cadre d'analyse ; en pratique, V_i s'estime par comparaison avec des fractions semblables (chapitre 42), et l'équation (7.9) sert à ajuster les comparables dont le syndicat est dans une situation financière différente de celle du sujet.

7.5.3 Exemple intégral : quotes-parts et répartition des charges

Données synthétiques

L'immeuble de cette section est fictif : une copropriété de huit fractions sur trois étages, sans ascenseur, avec quatre cases de stationnement intérieur à usage restreint. Les superficies privatives, les coefficients d'étage et d'orientation de la méthode de valeur relative, le budget des charges courantes, la franchise d'assurance, la valeur de reconstruction et le plan de réparations majeures sont des paramètres déclarés dans `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py`, choisis pour leur vraisemblance pédagogique et sans calibration sur un immeuble ou un marché réel. Tous les chiffres des sections 7.5.3 et 7.6 en proviennent et sont vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch07.py`.

Exemple 7.2 : Huit fractions, une déclaration, un budget

Étape 1 : la valeur relative. L'acte constitutif fictif déclare la méthode suivante : la valeur relative de chaque fraction est le produit de la superficie de sa partie privative par un coefficient d'étage (0,96 au rez-de-chaussée, 1,00 au deuxième, 1,04 au troisième) et par un coefficient d'orientation (0,97 au nord, 1,00 à l'est et à l'ouest, 1,03 au sud). Pour la fraction F6, de 110 m² au troisième étage orientée au sud, $v_6 = 110 \times 1{,}04 \times 1{,}03 = 117{,}83$; pour F1, de 72 m² au rez-de-chaussée orientée au nord, $v_1 = 72 \times 0{,}96 \times 0{,}97 = 67{,}05$. La somme des huit valeurs relatives est 716,91 pour 710 m² de parties privatives.
Étape 2 : les quotes-parts. L'équation (7.7) donne les quotes-parts, converties en dix-millièmes avec la règle du plus fort reste pour que la somme soit exactement 10 000 (tableau 7.5). La fraction F6 obtient 1 644 dix-millièmes (16,44 %) et F1 935 (9,35 %). On

remarque que F3 et F1, de même superficie, n'ont pas la même quote-part : l'étage et l'orientation entrent dans la méthode déclarée, conformément à la « situation » de l'article 1041 ; on remarque aussi que la quote-part ne tient aucun compte de l'état intérieur ou des améliorations, conformément à l'exclusion de l'« utilisation ».
Étape 3 : le budget. Les charges communes générales de l'exercice comprennent les charges courantes, 40 000 $ (assurance de l'immeuble 12 000 $, entretien et réparations courantes 8 500 $, déneigement et entretien paysager 5 200 $, énergie des parties communes 4 800 $, gestion et honoraires 7 200 $, administration 2 300 $), la cotisation au fonds de prévoyance recommandée par l'étude, 21 891 $ (section 7.6), et la contribution au fonds d'auto assurance. Celle-ci est fixée par règlement : lorsque le fonds d'auto assurance est capitalisé à moins de la moitié de la plus haute franchise de la police du syndicat, la contribution minimale est la moitié de cette franchise (Québec 2020b, art. 2) ; avec une franchise la plus élevée de 10 000 $ pour les dégâts d'eau et un fonds encore vide, elle vaut 5 000 $. Le total des charges communes générales est donc $40\,000 + 21\,891 + 5\,000 = 66\,891$ $. S'y ajoute l'entretien courant des quatre stationnements intérieurs, 3 200 $, partie commune à usage restreint dont les quatre usagers supportent seuls la charge, à parts égales de 800 $.
Étape 4 : la répartition. L'équation (7.8) donne, pour F4 (98 m², deuxième étage, sud, avec stationnement, $q_4 = 0{,}1408$) : $0{,}1408 \times 66\,891 = 9\,418$ $, soit 5 632 $ de charges courantes, 3 082 $ de fonds de prévoyance et 704 $ d'auto assurance, plus 800 $ de stationnement, pour un total de 10 218 $ par année, soit 852 $ par mois. Pour F1, sans stationnement : $0{,}0935 \times 66\,891 = 6\,254$ $, soit 521 $ par mois. Le tableau 7.6 et la figure 7.3 donnent les huit fractions ; la somme des contributions, 70 091 $, égale le budget, ce qui est la vérification comptable élémentaire de toute répartition.
Étape 5 : la lecture pour l'évaluation. Les frais de copropriété d'une fraction sont une dépense récurrente que l'acheteur compare entre immeubles ; mais une comparaison brute des frais mensuels est trompeuse si les budgets ne contiennent pas la même chose. Un immeuble dont le fonds de prévoyance est correctement doté affiche des frais plus élevés qu'un immeuble qui le sous-finance, et il vaut pourtant davantage, parce que le second porte un passif latent (section 7.6). L'évaluateur décompose donc les frais en charges courantes, fonds de prévoyance et fonds d'auto assurance, et il compare les charges courantes par mètre carré entre immeubles tout en traitant la dotation du fonds comme un indicateur de risque, non comme un coût.

7.5.4 Les documents que l'évaluateur obtient du syndicat

Depuis le 14 août 2025, le vendeur d'une fraction doit remettre en temps utile au promettant acheteur une **attestation du syndicat sur l'état de la copropriété**, que le syndicat délivre dans un délai de quinze jours (Québec 1991, art. 1068.1) ; le promettant acheteur peut en outre demander au syndicat les documents et renseignements qui lui permettent de donner un consentement éclairé, aux frais du demandeur (Québec 1991, art. 1068.2), et l'acquéreur, tenu des charges communes dues au moment de l'acquisition, peut demander un état des charges dues (Québec 1991, art. 1069). Le registre du syndicat, accessible aux copropriétaires, contient notamment la déclaration, les plans et devis, les certificats de localisation, le carnet d'entretien, l'étude du fonds de prévoyance et la description des parties privatives qui permet d'identifier

Tableau 7.5. Valeur relative et quote-part des huit fractions de l'immeuble fictif selon la méthode déclarée (superficie × coefficient d'étage × coefficient d'orientation)

Fraction	Superf. (m²)	Étage	Orient.	Coef. étage	Coef. orient.	v_i	q_i (/10 000)
F1	72	RDC	nord	0,96	0,97	67,05	935
F2	98	RDC	sud	0,96	1,03	96,90	1 352
F3	72	2e	nord	1,00	0,97	69,84	974
F4	98	2e	sud	1,00	1,03	100,94	1 408
F5	85	3e	nord	1,04	0,97	85,75	1 196
F6	110	3e	sud	1,04	1,03	117,83	1 644
F7	85	2e	est	1,00	1,00	85,00	1 186
F8	90	3e	ouest	1,04	1,00	93,60	1 305
Total	710					716,91	10 000

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py` ; arrondi au plus fort reste.

Tableau 7.6. Répartition des charges annuelles de l'immeuble fictif (dollars de 2026) : charges communes générales selon la quote-part et entretien des stationnements à usage restreint à parts égales entre leurs quatre usagers

Fraction	q_i	Courantes ($)	Fonds prév. ($)	Auto assur. ($)	Stationn. ($)	Total ($/an)	($/mois)
F1	0,093 5	3 740	2 047	468	0	6 254	521
F2	0,135 2	5 408	2 960	676	800	9 844	820
F3	0,097 4	3 896	2 132	487	0	6 515	543
F4	0,140 8	5 632	3 082	704	800	10 218	852
F5	0,119 6	4 784	2 618	598	0	8 000	667
F6	0,164 4	6 576	3 599	822	800	11 797	983
F7	0,118 6	4 744	2 596	593	800	8 733	728
F8	0,130 5	5 220	2 857	652	0	8 729	727
Total	1,000 0	40 000	21 891	5 000	3 200	70 091	5 841

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py` ; cotisation au fonds de prévoyance = cotisation de seuil A^* de la section 7.6 ; contribution au fonds d'auto assurance selon CCQ, r. 4.1, art. 2.

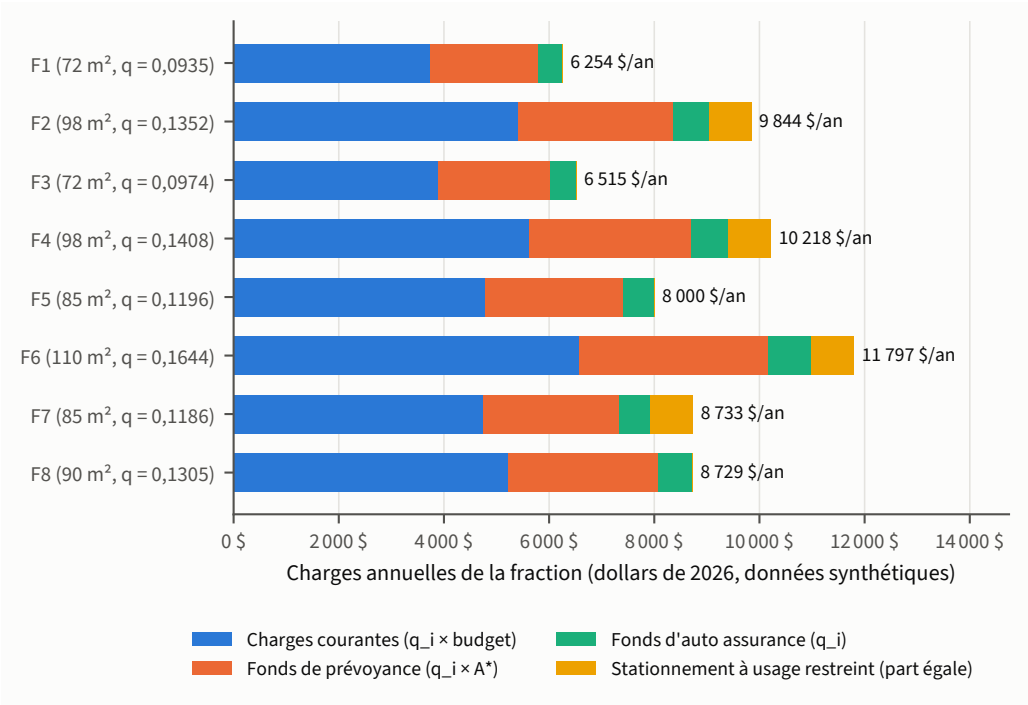


FIGURE 7.3. Charges annuelles des huit fractions de l'immeuble fictif, décomposées en charges courantes, cotisation au fonds de prévoyance et contribution au fonds d'auto assurance, toutes réparties selon la quote-part, et entretien du stationnement à usage restreint, supporté à parts égales par les quatre fractions qui en ont l'usage.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch07_charges.py`.

les améliorations apportées par les copropriétaires (Québec 1991, art. 1070). Le contenu de l'attestation est fixé par le Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise : solde du fonds de prévoyance et recommandation de l'étude, contributions exigées et payées sur trois exercices, liquidités, surplus ou déficit des trois derniers états financiers, budget, assurances et plus haute franchise, fonds d'auto assurance, inspections et sinistres des cinq dernières années, travaux majeurs réalisés depuis cinq ans et prévus pour les dix prochaines années avec leurs coûts, litiges en cours et modifications à la déclaration depuis trois ans (Québec 2025a, art. 10). Pour l'évaluateur, l'attestation est devenue le document de référence : elle rassemble en quelques pages ce qui exigeait auparavant la lecture de plusieurs années de procès-verbaux et d'états financiers, et elle fournit directement les intrants de l'analyse de la section 7.6. Le tableau 7.7 situe ces obligations dans le temps.

Tableau 7.7. Chronologie des principales obligations de la copropriété divise utiles à l'évaluateur (état au 31 octobre 2026)

Date	Obligation	Source
13 juillet 2018 (certains articles à des dates ultérieures)	Loi 141 : refonte du régime d'assurance des copropriétés ; fonds d'auto assurance (art. 1071.1 C.c.Q.) ; évaluation du montant d'assurance pour la reconstruction tous les cinq ans (art. 1073)	(Québec 2018)
10 janvier 2020	Loi 16 : entrée en vigueur générale ; syndicat tenu de veiller aux travaux de conservation (art. 1039) ; description des parties privatives au registre (art. 1070) ; transition du promoteur (art. 1104)	(Québec 2019, art. 165)
15 octobre 2020	Assurance responsabilité du copropriétaire : minimum de 1 M$ (moins de 13 fractions) ou 2 M$ (13 fractions et plus)	(Québec 2020b, art. 1)
15 avril 2021	Seul un membre de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec peut évaluer le montant d'assurance pour la reconstruction (art. 1073) ; risques couverts de plein droit	(Québec 2020b, art. 3–4)
15 avril 2022	Contribution minimale au fonds d'auto assurance (moitié de la plus haute franchise, plafond possible de 100 000 $)	(Québec 2020b, art. 2)
21 février 2024	Loi 31 : la fréquence de l'étude du fonds et les normes du carnet peuvent varier selon l'immeuble (art. 1070.2, 1071) ; contribution annuelle fixée après consultation de l'assemblée (art. 1072)	(Québec 2024b)
14 août 2025	Entrée en vigueur du Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise : carnet d'entretien (art. 1070.2), étude du fonds de prévoyance (art. 1071), attestation du syndicat (art. 1068.1), protection des acomptes	(Québec 2025a ; Québec 2019)
15 août 2028 (trois ans et un jour après le 14 août 2025)	Fin du délai transitoire pour obtenir le carnet d'entretien et la première étude du fonds de prévoyance ; renflouement du fonds sur au plus dix ans	(Gouvernement du Québec 2026i)

Source : `sources/notes-A.md`, §3.2 et §8, d'après les textes lus sur LégisQuébec et Publications Québec le 31 octobre 2026 ; la date d'effet précise des articles 639 à 641, 643 et 645 de la Loi 141 n'a pas été isolée (par défaut, 13 juillet 2018).

7.6 Le fonds de prévoyance : du carnet d'entretien à la cotisation

7.6.1 Le cadre légal et réglementaire

Le syndicat doit constituer un **fonds de prévoyance**, liquide et disponible à court terme, affecté uniquement aux réparations majeures et au remplacement des parties communes, et placé de manière à préserver le capital ; le conseil d'administration doit obtenir une étude du fonds de prévoyance établissant les sommes nécessaires pour que le fonds soit suffisant, réalisée conformément aux normes du règlement, et les sommes à verser au fonds sont fixées sur la base des recommandations de cette étude (Québec 1991, art. 1071). Jusqu'à ce que l'étude soit obtenue, et dans le budget prévisionnel que le promoteur d'un immeuble neuf remet aux acheteurs, le fonds est fixé à 0,5 % de la valeur de reconstruction de l'immeuble (Québec 1991, art. 1071, 1791). Le Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise, en vigueur depuis le 14 août 2025, précise le dispositif en trois pièces qui s'emboîtent (Québec 2025a).

La première est le **carnet d'entretien**, que le conseil d'administration fait établir, tient à jour et fait réviser (Québec 1991, art. 1070.2). Il ne peut être établi que par un membre de l'Ordre des ingénieurs, de l'Ordre des évaluateurs agréés, de l'Ordre des architectes ou de l'Ordre des technologues professionnels, indépendant de la copropriété et dont l'activité principale touche la gestion, la construction, la rénovation, l'évaluation ou l'inspection immobilière (art. 1 du règlement) ; il contient l'inventaire des parties communes et des équipements, les entretiens requis et les réparations courantes, les contrats, garanties et rapports d'inspection, et une estimation de l'état et de la durée de vie utile restante de chaque composante avec les réparations majeures et les remplacements à effectuer sur « minimalement les 25 prochaines années » (art. 2–3) ; il est mis à jour au moins une fois par année par le conseil et révisé par un professionnel au moins tous les cinq ans, ou tous les dix ans pour les immeubles d'au plus huit parties privatives, ceux dont aucune partie commune n'est dans un bâtiment et ceux d'au plus trois étages hors sol, après une visite des lieux attestée (art. 4–6). L'immeuble fictif de la section 7.5.3, avec ses huit fractions et ses trois étages, relève de la révision décennale.

La deuxième pièce est l'**étude du fonds de prévoyance**, réalisée par les mêmes professionnels ou par un comptable professionnel agréé indépendant, obtenue au moins tous les cinq ans et fondée sur le carnet ; elle contient le solde du fonds, le coût estimé de chaque réparation ou remplacement à l'année où il est prévu, la recommandation du montant que le fonds devrait atteindre au début de chaque année et des versements annuels nécessaires, et l'explication des calculs (art. 7–9). La troisième pièce est l'attestation de l'article 1068.1, qui rapporte le solde et la recommandation à l'acheteur (art. 10). Un délai transitoire de trois ans et un jour à compter du 14 août 2025 est accordé pour obtenir le carnet et la première étude, et le renflouement du fonds peut s'étaler sur au plus dix ans (Gouvernement du Québec 2026i) ; un carnet ou une étude obtenus dans les deux années précédant le 14 août 2025 demeurent valides cinq ans, ou dix ans pour les petits immeubles (art. 14 du règlement). Le fonds de prévoyance fait par ailleurs l'objet des normes 15 et 16 des Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec, et l'assurance des normes 13 et 14 (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) : l'évaluateur agréé est à la fois un professionnel habilité à produire ces documents et un utilisateur de leurs résultats.

Au Québec

Le texte actuel de l'article 1072 du Code civil prévoit que le conseil d'administration fixe annuellement, après consultation de l'assemblée, la contribution des copropriétaires aux charges communes, en y incluant les sommes à verser au fonds de prévoyance et au fonds d'auto assurance, et que toute contribution spéciale exige la consultation préalable de l'assemblée (Québec 1991, art. 1072, 1072.1). Il ne contient plus le minimum de « 5 % des charges communes » que mentionnent encore bien des notes de cours et des fiches de courtage : les versements découlent de l'étude, et le seul plancher légal est celui du 0,5 % de la valeur de reconstruction applicable tant que l'étude n'a pas été obtenue. L'évaluateur qui lit un budget où le fonds de prévoyance est fixé à « 5 % des charges » sait que la copropriété n'a pas encore appliqué son étude, et il en tire les conséquences de la section 7.6.4.

7.6.2 La dynamique du fonds et la cotisation nécessaire

Le fonds de prévoyance obéit à une récurrence comptable simple. Notons F_t son solde à la fin de l'année t, A_t la cotisation versée durant l'année, D_t les dépenses de réparations majeures et de remplacements de l'année, et r le rendement annuel des placements, faibles par construction puisque le capital doit être préservé :

$$F_t = F_{t-1}\,(1 + r) + A_t - D_t, \qquad t = 1, \dots, T, \tag{7.10}$$

avec $T \geq 25$ ans conformément au règlement. Les dépenses futures sont des coûts de construction : une composante dont le coût actuel est C_0 et qui doit être remplacée dans T_c années coûtera, si les coûts croissent au taux π,

$$C_{T_c} = C_0\,(1 + \pi)^{T_c}, \tag{7.11}$$

et D_t est la somme des C_{T_c} des composantes prévues l'année t. Pour une composante unique, la cotisation annuelle constante qui accumule exactement C_{T_c} au taux r est donnée par le facteur de fonds d'amortissement (*sinking fund factor*) de la bibliothèque financière de l'ouvrage :

$$A = C_{T_c} \times \frac{r}{(1 + r)^{T_c} - 1}. \tag{7.12}$$

Pour un plan à plusieurs composantes, deux méthodes dominent la pratique. La *méthode de la pleine capitalisation* (*full funding*) vise à ce que le solde du fonds égale à tout moment la dépréciation accumulée des composantes, de sorte que chaque génération de copropriétaires paie l'usure qu'elle consomme ; elle produit des soldes élevés et des cotisations stables. La *méthode du seuil* (*threshold* ou *cash flow*) vise seulement à ce que le solde ne descende jamais sous un plancher donné sur l'horizon de l'étude ; elle produit la cotisation minimale compatible avec l'absence de contribution spéciale. Si l'on retient des cotisations indexées au même taux π que les coûts, $A_t = A_1(1 + \pi)^{t-1}$, la cotisation de seuil est

$$A_1^{*} = \min\Big\{ A_1 \;:\; \min_{1 \leq t \leq T} F_t(A_1) \geq F_{\min} \Big\}, \tag{7.13}$$

où $F_t(A_1)$ est la trajectoire de l'équation (7.10) et $F_{\min}$ le plancher, souvent nul ou égal à quelques mois de charges. Cette cotisation se calcule par recherche numérique, puisque la

fonction $A_1 \mapsto \min_t F_t(A_1)$ est croissante. Le règlement n'impose aucune des deux méthodes ; il exige que l'étude recommande un montant au début de chaque année et des versements annuels, et qu'elle explique ses calculs. La méthode du seuil est celle de l'exemple qui suit, parce qu'elle donne la borne inférieure de ce qu'une copropriété prudente doit verser, et parce qu'une copropriété qui verse moins porte, par construction, un déficit.

7.6.3 Exemple intégral : plan sur vingt-cinq ans de l'immeuble fictif

Exemple 7.3 : Cotisation de seuil, règle du 0,5 % et cotisation actuelle

Le carnet d'entretien fictif de l'immeuble de huit fractions recense huit composantes dont les réparations majeures ou le remplacement surviennent au cours des vingt-cinq prochaines années (tableau 7.8) : la peinture et l'éclairage des corridors tous les neuf ans à partir de l'an 4, la maçonnerie et les balcons à l'an 5, la membrane de toiture à l'an 7, le pavage et le drainage du stationnement aux ans 9 et 21, le chauffage et la ventilation des parties communes à l'an 12, les fenêtres et portes-fenêtres à l'an 14, les portes de garage à l'an 16 et l'entrée d'eau et les drains à l'an 19. Les coûts actuels totalisent 479 000 $ en dollars de 2026 ; indexés à 2,5 % par année selon l'équation (7.11), ils représentent 651 959 $ en dollars courants. Le fonds détient 85 000 $ au début de l'an 1 ; les placements à capital garanti rapportent 2,0 % ; la cotisation votée jusqu'ici est de 12 000 $ par année ; la valeur de reconstruction fixée par l'évaluateur agréé aux fins de l'assurance est de 4 200 000 $.

Étape 1 : la cotisation actuelle. En appliquant la récurrence (7.10) avec une cotisation de 12 000 $ indexée à 2,5 %, le fonds devient négatif dès l'an 13, atteint un creux de −233 300 $ à l'an 22 et termine l'horizon à −182 783 $. Autrement dit, les copropriétaires actuels s'exposent à des contributions spéciales de l'ordre de 200 000 $ au moment du remplacement des fenêtres ; c'est la situation que l'attestation de l'article 1068.1 est précisément destinée à révéler à l'acheteur.

Étape 2 : la règle du 0,5 %. La règle transitoire donne $0{,}005 \times 4\,200\,000\,\$ = 21\,000\,\$$ par année. Appliquée sans indexation, elle maintient le fonds positif jusqu'à l'an 13 mais le laisse descendre à −16 660 $ à l'an 14, lors du remplacement des fenêtres, avant de le reconstituer. La règle n'est donc pas absurde pour cet immeuble, mais elle n'est pas suffisante, et rien ne garantit qu'elle le soit pour un autre : elle ignore l'âge des composantes et le calendrier des travaux, qui sont précisément ce que le carnet apporte.

Étape 3 : la cotisation de seuil. La recherche numérique de l'équation (7.13) avec un plancher nul donne $A_1^{\ast} = 21\,891\,\$$ pour l'an 1, indexée à 2,5 % par la suite jusqu'à 39 595 $ à l'an 25 ; le solde touche exactement zéro à l'an 14 puis remonte à 239 241 $ à la fin de l'horizon, ce qui constitue l'amorce du financement de la deuxième génération de travaux, au-delà des vingt-cinq ans. Avec un plancher de 25 000 $, soit environ quatre mois de charges courantes, la cotisation de seuil passe à 23 228 $. La figure 7.4 superpose les trois trajectoires.

Étape 4 : une vérification par composante. La toiture, 75 000 $ aujourd'hui et à remplacer dans sept ans, coûtera $75\,000 \times 1{,}025^{7} = 89\,151\,\$$; le facteur de fonds d'amortissement à 2 % sur sept ans vaut $0{,}02/(1{,}02^{7} - 1) = 0{,}13451$, et la cotisation constante qui y pourvoirait seule est de 11 992 $ par année selon l'équation (7.12). La toiture absorbe

donc à elle seule l'équivalent de la cotisation actuelle pendant sept ans, ce qui explique sans autre calcul pourquoi 12 000 $ ne peuvent suffire à huit composantes.
Étape 5 : la répartition. La cotisation de seuil est répartie selon les quotes-parts du tableau 7.5 : F4 verse $0{,}1408 \times 21\,891 = 3\,082$ $, F6 3 599 $ et F1 2 047 $ par année, comme au tableau 7.6. Tous contribuent au fonds selon leur quote-part, y compris pour le pavage du stationnement dont seules quatre fractions ont l'usage, conformément à l'interprétation de la Cour d'appel (Cour d'appel du Québec 2014) et en l'absence de clause contraire dans la déclaration fictive.

Tableau 7.8. Plan de réparations majeures de l'immeuble fictif sur vingt-cinq ans : coût actuel, années prévues et coût indexé à 2,5 % par année

Composante	Coût 2026 ($)	Années prévues	Coût indexé ($)
Peinture et éclairage des corridors	18 000	4, 13, 22	19 869 ; 24 813 ; 30 988
Maçonnerie et balcons	55 000	5	62 227
Toiture (membrane)	75 000	7	89 151
Pavage et drainage du stationnement	28 000	9, 21	34 968 ; 47 028
Chauffage et ventilation des parties communes	42 000	12	56 485
Fenêtres et portes-fenêtres	140 000	14	197 816
Portes de garage et équipements du stationnement	22 000	16	32 659
Entrée d'eau et drains	35 000	19	55 953
Total des dépenses prévues	479 000		651 959

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py` ; horizon de 25 ans conforme à CCQ, r. 8.01, art. 3 ; les coûts et les durées de vie sont des hypothèses pédagogiques, non des barèmes.

7.6.4 Du déficit de capitalisation à la valeur de la fraction

Un acheteur informé de la situation de l'étape 1 sait qu'il devra, par contributions spéciales ou par hausse des cotisations, combler ce que les copropriétaires précédents n'ont pas versé. La mesure la plus directe de ce passif est le **déficit de capitalisation** : la différence entre le solde que le fonds devrait détenir aujourd'hui pour que la cotisation actuelle suffise et le solde qu'il détient réellement,

$$D_0 = F_0^{\text{requis}}(A_1^{\text{act}}) - F_0, \tag{7.14}$$

où F_0^{requis} est, par recherche numérique sur l'équation (7.10), le solde d'ouverture qui rend la trajectoire non négative avec la cotisation actuelle. Pour l'immeuble fictif, il faudrait 235 908 $ au lieu de 85 000 $, soit un déficit de 150 908 $. Sous l'hypothèse, déclarée comme telle, que le marché capitalise ce passif dollar pour dollar, l'ajustement de la fraction i est $-q_i D_0$ selon l'équation (7.9) : −21 248 $ pour F4, −24 809 $ pour F6 et −14 110 $ pour F1. Dans la grille de comparaison du chapitre 42, un comparable vendu dans un immeuble correctement

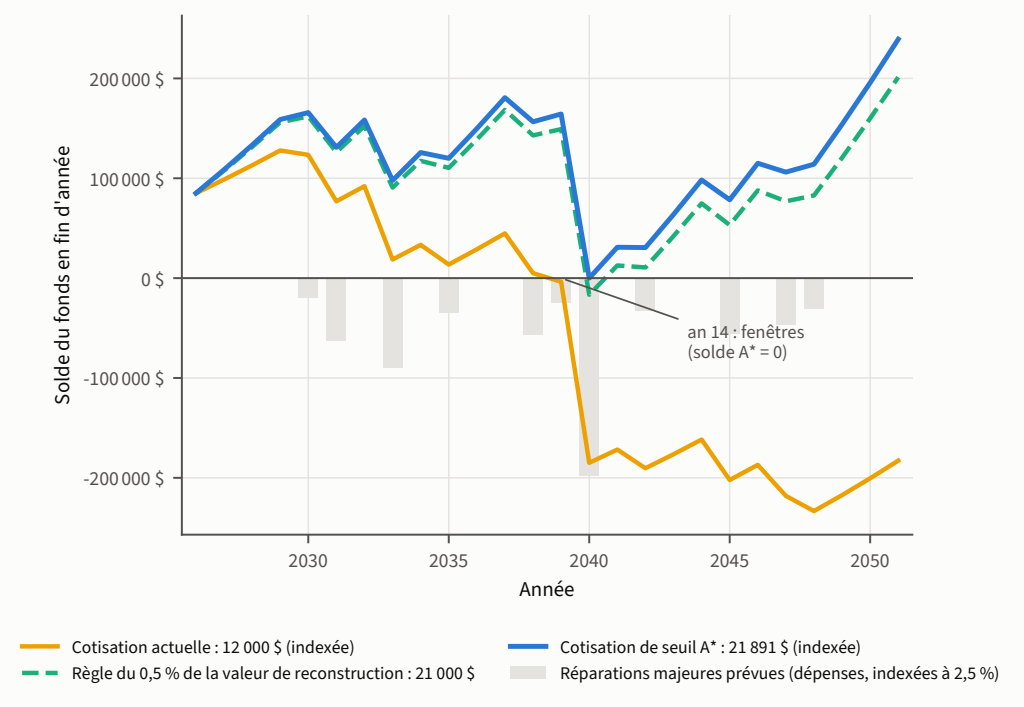


FIGURE 7.4. Trajectoire du fonds de prévoyance de l'immeuble fictif sur vingt-cinq ans sous trois cotisations : la cotisation actuelle de 12 000 $ conduit à un solde négatif dès l'an 13 ; la règle du 0,5 % de la valeur de reconstruction (21 000 $) laisse un découvert à l'an 14 ; la cotisation de seuil A^* de 21 891 $, indexée, maintient le solde au-dessus de zéro avec un minimum exactement nul à l'an 14. Les barres grises indiquent les dépenses prévues.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch07_fonds.py`.

capitalisé est ainsi ajusté à la baisse de ce montant avant d'informer sur la valeur d'une fraction du sujet sous-capitalisé, et réciproquement. L'hypothèse de capitalisation intégrale est une borne : si les acheteurs sont mal informés, ou s'ils escomptent de vendre avant les travaux, la capitalisation observée peut être partielle ; si la perspective d'une contribution spéciale décourage les prêteurs ou les acheteurs, elle peut excéder le déficit. Aucune étude québécoise vérifiée ne quantifie ce coefficient de capitalisation, et l'évaluateur qui dispose de ventes dans des immeubles de dotation différente peut l'estimer par la méthode des paires de la section 7.4, exactement comme pour une servitude. On peut aussi raisonner en flux : si la copropriété choisit de renflouer le fonds sur dix ans, la hausse de cotisation annuelle de la fraction i est $q_i(A_1^{*} - A_1^{\text{act}})$, indexée, et sa valeur actualisée au taux exigé par l'acheteur donne une autre mesure du même passif ; l'exercice 7.6 compare les deux.

7.7 Analyse de sensibilité

La cotisation de seuil dépend de deux paramètres que l'étude du fonds doit choisir et justifier : le taux de hausse des coûts de construction π et le rendement des placements r. Le tableau 7.9 et la figure 7.5 donnent A_1^{*} pour π de 1,5 à 3,5 % et r de 1 à 3 %, le plancher étant nul. La cotisation varie de 19 342 $ ($\pi = 1{,}5\,\%, r = 3\,\%$) à 24 442 $ ($\pi = 3{,}5\,\%, r = 1\,\%$), soit une étendue de 26 % autour de la valeur centrale. Chaque demi-point de hausse des coûts ajoute environ 690 $ à la cotisation de l'an 1 et chaque point de rendement en retranche environ 1 170 $; l'effet de π paraît modeste à l'an 1 parce que la cotisation est elle-même indexée à π, mais il se cumule sur l'horizon. Deux leçons s'en dégagent. La première est que la règle du 0,5 % de la valeur de reconstruction, 21 000 $, se trouve à l'intérieur de la fourchette pour cet immeuble, mais en deçà de la cotisation de seuil dès que $\pi \geq 2{,}5\,\%$ avec $r = 2\,\%$: la règle n'est ni absurde ni fiable. La seconde est que la cotisation actuelle de 12 000 $ est hors de toute fourchette plausible, quel que soit le jeu de paramètres : le diagnostic de sous-capitalisation ne dépend pas des hypothèses, seule son ampleur en dépend. C'est la forme la plus utile d'une analyse de sensibilité, celle qui sépare ce qui est robuste de ce qui ne l'est pas.

Tableau 7.9. Sensibilité de la cotisation de seuil A_1^{*} (dollars de l'an 1, indexée) au taux de hausse des coûts π et au rendement du fonds r, plancher nul

	Hausse annuelle des coûts π				
Rendement r	1,5 %	2,0 %	2,5 %	3,0 %	3,5 %
1,0 %	21 683	22 373	23 063	23 752	24 442
2,0 %	20 512	21 201	21 891	22 581	23 270
3,0 %	19 342	20 031	20 720	21 409	22 099

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py` ; valeur centrale $\pi = 2{,}5\,\%, r = 2{,}0\,\%$.

7.8 La copropriété indivise

La **copropriété indivise** est la propriété de plusieurs personnes sur un même bien sans division matérielle de celui-ci (Québec 1991, art. 1010) : chaque indivisaire détient une part abstraite, par exemple un tiers, de tout l'immeuble, et non un logement déterminé. C'est le

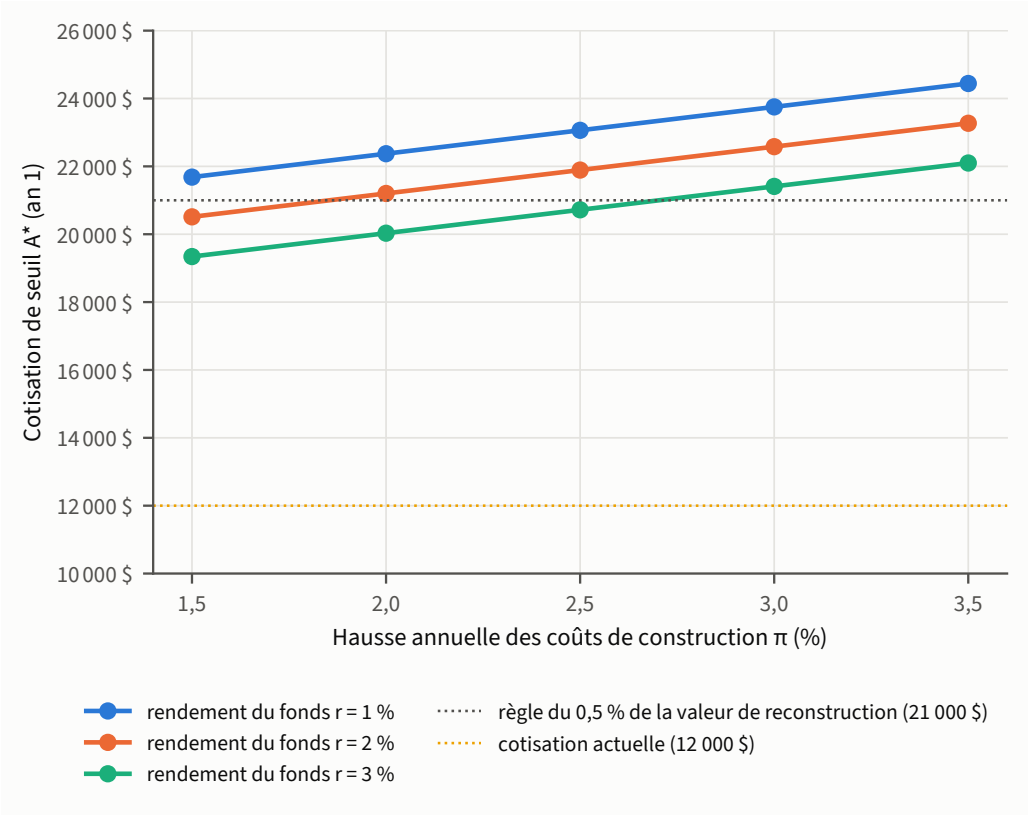


FIGURE 7.5. Cotisation de seuil de l'an 1 selon le taux de hausse des coûts de construction, pour trois rendements du fonds. La règle du 0,5 % de la valeur de reconstruction se situe dans la fourchette des résultats pour l'immeuble fictif ; la cotisation actuelle en est très éloignée quelles que soient les hypothèses.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch07_sensibilite.py`.

mode de détention habituel des conjoints sur leur résidence, et c'est aussi, dans les quartiers centraux de Montréal et de Québec, un mode d'acquisition des plex où chaque indivisaire se voit attribuer, par convention, l'usage exclusif d'un logement. La convention d'indivision relative à un immeuble doit être publiée pour être opposable aux tiers ; elle fixe la durée de l'indivision, les parts, les droits de préemption et d'usage exclusif (Québec 1991, art. 1014). Les parts sont présumées égales, et chaque indivisaire a, sur sa part, les droits d'un propriétaire exclusif : il peut l'aliéner et l'hypothéquer (Québec 1991, art. 1015), et il est tenu, en proportion de sa part, des frais d'administration et des autres charges communes (Québec 1991, art. 1019).

La valeur d'une part indivise θ n'est pas, en général, la fraction θ de la valeur de l'immeuble entier. On peut écrire

$$V_\theta = \theta V (1 - \delta_{\text{ind}}), \tag{7.15}$$

où δ_{ind} est la décote d'indivision, positive lorsque la part est moins liquide et plus contraignante que la pleine propriété, nulle ou négative lorsque la convention attribue à la part un usage exclusif attrayant dans un marché où les fractions divises comparables sont rares ou plus chères. Les déterminants de δ_{ind} sont lisibles dans la convention publiée : la durée de l'indivision et les conditions de sortie, le droit de préemption des autres indivisaires qui restreint la vente à un tiers, les règles de décision et de partage des charges, l'existence d'une hypothèque commune ou de prêts distincts par part, et l'attribution d'usages exclusifs. Le droit du logement ajoute une contrainte propre : le propriétaire d'une part indivise d'un immeuble ne peut reprendre aucun logement pour s'y loger, à moins qu'il n'y ait qu'un seul autre propriétaire et que ce dernier soit son conjoint (Québec 1991, art. 1958), de sorte qu'une part indivise d'un plex dont le logement « attribué » est occupé par un locataire ne donne pas l'accès à l'occupation que l'acheteur recherche, et vaut beaucoup moins qu'une part dont le logement est libre (chapitres 32 et 34). L'ouvrage ne propose aucune valeur de δ_{ind} : il n'existe pas, à notre connaissance, de mesure québécoise vérifiée de cette décote, et l'évaluateur l'extrait du marché local, par paires de ventes de parts indivises et de fractions divises comparables, ou par comparaison directe avec d'autres parts indivises. La conversion d'un immeuble indivis en copropriété divise, qui supprime la décote mais exige le cadastre vertical de l'article 3030 et, pour un immeuble locatif, l'autorisation du Tribunal administratif du logement, est traitée au chapitre 42 (Québec 2020a, art. 51–54.13).

7.9 La vérification des titres et ses incidences sur la valeur

Les sections précédentes convergent vers une liste de vérifications que tout mandat d'évaluation résidentielle devrait comporter, proportionnée à l'enjeu du mandat. Elle commence par l'identification : numéro de lot, circonscription foncière, concordance avec l'adresse et avec l'unité d'évaluation du rôle, régime cadastral rénové ou non. Elle se poursuit par la fiche immobilière : chaîne des titres sur une période suffisante, dernier acte d'acquisition et prix, hypothèques et radiations, servitudes actives et passives, avis et préavis. Elle passe ensuite par le certificat de localisation : date du levé, concordance occupation-cadastre-titres, empiétements, servitudes apparentes, conformité des marges, zones à risque. Pour une fraction de copropriété divise, elle ajoute la déclaration (destination, parties communes à usage restreint, quotes-parts, clauses particulières), l'attestation du syndicat, le dernier budget et les états financiers, le carnet et l'étude du fonds de prévoyance, les procès-verbaux récents et la police d'assurance du syndicat. Pour une part indivise, elle ajoute la convention publiée. Enfin, elle croise ces documents avec l'inspection (chapitre 11) : un bâtiment qui n'apparaît

pas au certificat, une clôture qui ne suit pas la limite, un stationnement utilisé sans titre sont des écarts à élucider.

Chaque écart ou chaque charge relevée appelle l'un de trois traitements. Le premier est l'*ajustement* : lorsque l'effet est mesurable, comme pour la servitude de passage de la section 7.4.3 ou le déficit de capitalisation de la section 7.6.4, il entre dans la grille de comparaison ou dans la réconciliation. Le deuxième est l'*hypothèse extraordinaire* : lorsque l'existence ou la portée de la charge est incertaine et que l'évaluateur ne peut la trancher, il évalue sous une hypothèse déclarée, par exemple que la servitude ne restreint pas l'usage actuel, et il signale que la valeur changerait si l'hypothèse se révélait fausse (chapitre 10). Le troisième est le *renvoi* : une discordance de titres, un empiétement contesté ou un litige du syndicat relèvent du notaire, de l'arpenteur-géomètre ou de l'avocat, et le rapport le dit. Ce que l'évaluateur ne fait jamais, c'est ignorer la charge parce qu'elle est difficile à mesurer : le silence du rapport sur une servitude publiée est une erreur professionnelle, non une simplification.

En pratique

Au dossier, la section « titres et charges » d'un rapport d'évaluation résidentielle comporte au minimum : la désignation cadastrale et la source ; la date de consultation de l'index des immeubles et la liste des inscriptions pertinentes ; la référence et la date du certificat de localisation, avec les concordances et les écarts relevés ; pour une copropriété, la date et le contenu sommaire de l'attestation du syndicat, le solde du fonds de prévoyance et la recommandation de l'étude ; la liste des hypothèses ordinaires (validité des titres, absence de charge non publiée) et extraordinaires ; et, pour chaque charge mesurable, la méthode et le résultat de la mesure. Les frais de consultation du registre, de l'ordre de 1 $ par document, sont inclus dans les honoraires ; l'obtention des documents du syndicat se fait aux frais du demandeur en vertu de l'article 1068.2, ce que le mandat doit prévoir.

Erreurs fréquentes

- Évaluer une fraction de copropriété à partir du prix au mètre carré de comparables sans décomposer leurs frais de copropriété : un immeuble bien capitalisé affiche des frais plus élevés et vaut plus, non moins.
- Appliquer la quote-part à la valeur marchande de l'immeuble entier pour obtenir la valeur d'une fraction : la valeur relative est une clé de répartition fixée dans la déclaration, non une mesure de valeur marchande.
- Croire qu'un passage utilisé de longue date constitue une servitude, ou qu'une servitude publiée mais inutilisée a disparu : la servitude ne s'acquiert jamais par possession (Québec 1991, art. 1181).
- Confondre l'effet d'une servitude sur le fonds servant et sur le fonds dominant, ou supposer qu'ils se compensent.
- Prendre la règle du 0,5 % de la valeur de reconstruction pour une mesure de suffisance du fonds de prévoyance : c'est un plancher transitoire, applicable seulement tant que l'étude n'a pas été obtenue.

- Lire un budget de copropriété où le fonds de prévoyance est fixé à « 5 % des charges » comme conforme : ce minimum n'existe plus dans le Code civil, et un tel budget signale que l'étude n'a pas été appliquée.
- Oublier que l'acquéreur d'une fraction est tenu des charges communes dues au moment de l'acquisition (Québec 1991, art. 1069) et que l'état des charges dues fait partie de la vérification.

Limites et mises en garde

Les exemples chiffrés du chapitre sont synthétiques : l'effet de 4,5 % de la servitude de passage, les coefficients de la méthode de valeur relative, le budget de l'immeuble de huit fractions, le plan de réparations majeures et les taux de 2,5 % et de 2 % sont des hypothèses pédagogiques, non des résultats de marché, et aucune statistique québécoise sur l'effet des servitudes, sur la décote d'indivision ou sur la capitalisation des déficits de fonds de prévoyance n'est avancée dans le texte, faute de source vérifiée. Le contenu du certificat de localisation est décrit d'après le texte réglementaire lu le 31 octobre 2026 ; l'exigence d'un certificat de moins de dix ans est une pratique des prêteurs et des notaires qui n'a pas été vérifiée dans une source normative. La Loi favorisant la réforme du cadastre québécois a été consultée pour son article 1 seulement ; les règlements d'application de la rénovation cadastrale n'ont pas été ouverts. La date d'effet précise de certains articles de la Loi 141 (art. 639 à 641, 643 et 645) n'a pas été isolée, et la jurisprudence citée l'a été à partir de sommaires, non du texte intégral des arrêts, CanLII ayant refusé les consultations automatisées. Enfin, la méthode du seuil n'est qu'une des méthodes de calcul d'une cotisation de fonds de prévoyance ; le règlement n'en impose aucune, et une étude fondée sur la pleine capitalisation recommanderait des montants plus élevés que ceux de l'exemple.

À retenir

- Le numéro de lot du cadastre du Québec est la clé qui relie le terrain, la fiche immobilière du registre foncier, l'unité d'évaluation et, en copropriété, chaque fraction ; en territoire rénové, le plan cadastral est présumé exact et prime les mesures des titres.
- Le registre foncier rend les droits inscrits opposables et présumés connus de l'acquéreur ; l'évaluateur consulte l'index des immeubles et les actes pertinents pour identifier les droits évalués, relever les charges et vérifier les ventes, au coût d'environ un dollar par document.
- Le certificat de localisation, défini par règlement, exprime l'opinion de l'arpenteur-géomètre sur la concordance entre l'occupation, le cadastre, les titres et la réglementation ; il relève les empiétements, les servitudes et les dérogations qui pèsent sur la valeur.
- L'effet d'une servitude sur la valeur se mesure par ventes appariées, dont l'appariement élimine le biais de composition et réduit la variance ; le modèle de la bande grevée fournit une borne inférieure. Dans l'exemple synthétique, douze paires donnent un effet de 4,5 % avec un intervalle de 3 à 6 %.

- En copropriété divise, la valeur relative fixée dans la déclaration détermine les quotes-parts, donc les charges et les voix ; elle n'est pas une valeur marchande. Les parties communes à usage restreint sont entretenues par leurs usagers, mais leur remplacement passe par le fonds de prévoyance de tous.
- Depuis le 14 août 2025, carnet d'entretien sur 25 ans, étude du fonds de prévoyance et attestation du syndicat sont obligatoires ; l'évaluateur agréé est habilité à les produire et il en est le premier utilisateur. La cotisation nécessaire se calcule par la récurrence du fonds ; un déficit de capitalisation est un passif que l'acheteur informé capitalise dans le prix de la fraction.
- La part indivise vaut la fraction de la valeur de l'immeuble corrigée d'une décote qui dépend de la convention publiée et des contraintes du droit du logement ; cette décote s'extrait du marché, elle ne se présume pas.

Exercices

Exercice 7.1 — Budget d'une recherche au registre foncier ★

Pour un mandat portant sur une maison unifamiliale, l'évaluateur consulte en ligne la fiche de l'index des immeubles, les six derniers actes publiés et le plan cadastral, commande un état certifié des droits pour une réquisition et une copie certifiée de l'acte de servitude. À l'aide du tableau 7.1, calculez le coût total de la recherche. Expliquez ensuite, en vous appuyant sur les articles 2943 et 2944 du Code civil, pourquoi la consultation de l'index ne dispense pas d'ouvrir les actes, et ce que l'évaluateur doit écrire dans son rapport au sujet de l'examen des titres.

Exercice 7.2 — Quotes-parts et charges d'une petite copropriété ★

Une copropriété de quatre fractions déclare une valeur relative proportionnelle à la superficie des parties privatives : 65 m², 80 m², 95 m² et 120 m². Le budget des charges communes générales est de 54 000 $. Calculez la quote-part et la contribution annuelle de chaque fraction. Si la déclaration ajoutait un coefficient de 1,05 pour la fraction de 120 m², située au dernier étage, que deviendraient sa quote-part et sa contribution ? Pourquoi un tel coefficient est-il compatible avec l'article 1041 alors qu'un coefficient fondé sur la qualité des rénovations intérieures ne le serait pas ?

Exercice 7.3 — Ventes appariées ★★

Six paires de ventes de maisons comparables, ajustées pour toute différence autre qu'une servitude d'utilités publiques traversant la cour arrière, donnent les prix suivants (sans ; avec) : (398 000 $; 384 000 $), (412 500 $; 395 500 $), (430 000 $; 416 000 $), (445 000 $; 423 000 $), (462 000 $; 448 000 $) et (489 500 $; 466 500 $). Calculez la moyenne, la

médiane et l'écart-type des différences, l'erreur-type de la moyenne et l'intervalle de confiance à 95 % ($t_{0{,}975;\,5} = 2{,}571$), puis l'effet relatif par rapport au prix moyen des immeubles libres. Commentez la largeur de l'intervalle par rapport à celui de l'exemple à douze paires et dites ce que l'évaluateur peut raisonnablement en conclure.

Exercice 7.4 — Modèle de la bande et paires ★★

La servitude de l'exercice 7.3 grève une bande de 4 m sur 35 m dans un secteur où le terrain vaut 165 $/m² ; la bande ne peut recevoir ni piscine ni bâtiment accessoire, mais reste gazonnée, de sorte que l'évaluateur retient une perte d'utilité de 60 %. Calculez l'effet selon l'équation (7.6) et comparez-le à l'effet moyen des paires. Si l'écart est important, quelle explication peut-on en donner et laquelle des deux mesures l'évaluateur devrait-il retenir pour un ajustement de 20 000 $ environ ?

Exercice 7.5 — Fonds de prévoyance d'une composante unique ★★

Une toiture de 75 000 $ en dollars d'aujourd'hui doit être remplacée dans sept ans ; les coûts augmentent de 2,5 % par année et le fonds rapporte 2 %. Calculez le coût indexé, le facteur de fonds d'amortissement et la cotisation annuelle constante qui y pourvoit. Quelle serait la cotisation si l'on omettait d'indexer le coût, et quel découvert en résulterait à l'an 7 ? Que devient la cotisation si le rendement passe à 3 % ? Expliquez pourquoi le rendement a moins d'influence que l'indexation sur un horizon aussi court.

Exercice 7.6 — Étude de sensibilité avec le script du chapitre ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py`, (a) recalculez la cotisation de seuil avec $\pi = r = 3\,\%$; (b) recalculez-la avec un plancher de 25 000 $; (c) recalculez-la pour un solde d'ouverture de 150 000 $ au lieu de 85 000 $; (d) recalculez-la sans indexation des cotisations et comparez le solde final à celui de l'exemple. Puis, pour la fraction F4, comparez l'ajustement $-q_4 D_0$ de la section 7.6.4 à la valeur actualisée, au taux de 5 %, de la hausse de cotisation $q_4(A_1^{*} - A_1^{\text{act}})$ indexée à 2,5 % sur dix ans. Rédigez une note de 150 mots sur ce que ces résultats impliquent pour la lecture d'une attestation du syndicat.

Exercice 7.7 — Part indivise d'un triplex ★★★

Un triplex de quartier central est estimé à 1 050 000 $ en pleine propriété. Une convention d'indivision publiée attribue à chacun de trois indivisaires l'usage exclusif d'un logement, avec un droit de préemption des autres indivisaires et une durée de trente ans. Calculez la valeur d'une part d'un tiers sans décote, puis avec des décotes d'indivision de 8 % et de 15 %, et l'écart monétaire correspondant. Le logement attribué à la part

évaluée est occupé par un locataire dont le bail est en vigueur ; en vous fondant sur l'article 1958 du Code civil et sur la section 7.8, expliquez pourquoi la décote de cette part devrait être supérieure à celle d'une part dont le logement est libre, et comment l'évaluateur pourrait l'estimer à partir du marché plutôt que la présumer.

Pour aller plus loin

Les textes primaires demeurent la première lecture : le livre quatrième du Code civil du Québec sur la propriété, la copropriété et les démembrements, et le livre neuvième sur la publicité des droits (Québec 1991), la Loi sur le cadastre (Québec 1964a), le Règlement sur la publicité foncière (Québec 1993b), le Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise (Québec 2025a) et le Règlement établissant diverses mesures en matière d'assurance des copropriétés divises (Québec 2020b) ; la page gouvernementale sur les mesures applicables aux copropriétés divises en résume l'application et les délais transitoires (Gouvernement du Québec 2026i). Pour la terminologie civiliste de l'évaluation et le traitement des droits partiels dans la tradition québécoise, l'ouvrage d'Achour (1992) reste une référence, et Appraisal Institute (2022) donne les équivalents anglais (*easement*, *servient* et *dominant estate*, *condominium*, *reserve fund*) utiles pour lire la littérature nord-américaine ; Appraisal Institute (2026) et Wyatt (2022) traitent de l'évaluation des droits partiels et des servitudes dans une perspective comparée, et Scarrett et Osborn (2014) de la décomposition des intérêts dans la tradition britannique. Sur la méthode des ventes appariées et ses limites statistiques, les chapitres de la comparaison du présent ouvrage (chapitres 16 et 17) et la revue de Lentz et Wang (1998) sont les compléments naturels. Sur le rôle du lot et de son environnement dans la formation des prix, les travaux de Thériault et al. (2003) et de Kestens et al. (2006) sur les marchés de Québec montrent comment la localisation interagit avec les attributs de la parcelle. Enfin, pour la construction de bases de données foncières où le numéro de lot sert de clé, Ratcliffe (2001), Zandbergen (2008) et Krause et Lipscomb (2016) documentent les erreurs d'appariement et les bonnes pratiques de préparation des données.

CHAPITRE 8

8

Zonage et urbanisme

Un immeuble ne vaut pas seulement par ce qu'il est, mais par ce que le droit permet d'en faire. Deux terrains contigus, de même superficie et de même sol, peuvent valoir du simple au triple parce que l'un admet un immeuble de six logements et l'autre une seule maison ; une maison identique à sa voisine peut valoir davantage parce qu'elle abrite légalement un second logement que la réglementation actuelle n'autoriserait plus. Le zonage est ainsi, avec le marché, le premier déterminant de la valeur foncière, et il est aussi le premier filtre de l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation, puisqu'un usage qui n'est pas légalement permis, ou qui ne peut raisonnablement le devenir, ne peut fonder une conclusion de valeur. Le présent chapitre décrit le cadre québécois de l'aménagement et de l'urbanisme tel qu'il se présente à l'évaluateur : la hiérarchie des instruments de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, le contenu des règlements de zonage, de lotissement et de construction, les mécanismes qui permettent de s'écarter de la règle (droits acquis, dérogation mineure, plans d'implantation et d'intégration architecturale, projets particuliers), la protection du territoire agricole et les zones de contraintes. Il montre ensuite comment ces règles se traduisent en valeur, par trois voies : la capitalisation d'un surplus de revenu protégé par des droits acquis, la valeur d'option d'un redéveloppement rendu possible par un changement de zonage et la mesure empirique de l'effet d'un rezonage par ventes appariées et doubles différences. L'exemple intégral repose sur une municipalité entièrement fictive, dont les données sont synthétiques et déclarées comme telles. Le chapitre 41 développe l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation et les méthodes de développement ; le chapitre 43 traite des risques environnementaux, dont les inondations ; le présent chapitre s'arrête là où ces chapitres commencent.

Objectifs pédagogiques

- Situer les règlements d'urbanisme d'une municipalité dans la hiérarchie des instruments de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et savoir où trouver la règle applicable à un immeuble.
- Lire une grille des usages et des normes, en déduire les usages, la densité et l'implantation admissibles sur un terrain, et vérifier la conformité d'un bâtiment existant.
- Distinguer droits acquis, dérogation mineure, PIIA, PPCMOI et modification régle-

mentaire, et apprécier l'incertitude propre à chacun.
- Capitaliser un surplus de revenu protégé par des droits acquis en tenant compte du risque d'extinction, et calculer une contribution pour fins de parcs.
- Évaluer la prime d'option d'un redéveloppement rendu possible par un rezonage et la pondérer par la probabilité et le délai du changement.
- Mesurer l'effet d'un rezonage sur les prix par ventes appariées et par doubles différences, et en connaître les limites.
- Reconnaître les restrictions de la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles et des zones de contraintes, et savoir quand renvoyer à une expertise spécialisée.

8.1 La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme : une hiérarchie d'instruments

8.1.1 Du schéma d'aménagement au permis

Au Québec, l'aménagement du territoire est organisé par la **Loi sur l'aménagement et l'urbanisme** (LAU, RLRQ, c. A-19.1), adoptée en 1979 et profondément remaniée depuis (Québec 1979a). La loi met en place une hiérarchie d'instruments emboîtés. Au sommet, le gouvernement énonce des orientations en matière d'aménagement. À l'échelle régionale, la municipalité régionale de comté (ou, pour les grandes agglomérations, l'instance qui en tient lieu) adopte un **schéma d'aménagement et de développement**, dont la loi dit qu'il « planifie l'aménagement et le développement durables du territoire de la municipalité régionale de comté » (Québec 1979a, art. 5). Le schéma définit les grandes affectations du sol, les périmètres d'urbanisation, les zones de contraintes naturelles et anthropiques et les orientations de densité. À l'échelle locale, la municipalité adopte un **plan d'urbanisme**, qui traduit le schéma sur son territoire, puis des règlements qui lui donnent une force contraignante : le **règlement de zonage**, le **règlement de lotissement** et le **règlement de construction**, auxquels s'ajoutent les règlements sur les permis et certificats et les règlements à caractère discrétionnaire étudiés à la section 8.3. Chaque instrument doit être conforme à celui qui le précède, et c'est cette exigence de conformité qui donne à la hiérarchie sa cohérence : un changement de zonage incompatible avec le plan d'urbanisme exige d'abord la modification de celui-ci, et un plan incompatible avec le schéma ne peut entrer en vigueur.

Cette architecture a trois conséquences pour l'évaluateur. La première est pratique : la règle qui s'applique à un immeuble se trouve dans les règlements locaux, mais la probabilité qu'elle change se lit plus haut, dans les affectations du schéma et les orientations du plan d'urbanisme. Un terrain zoné unifamilial dans un secteur que le plan d'urbanisme désigne comme un pôle de densification n'a pas la même valeur qu'un terrain identique dans un secteur dont le plan confirme la vocation de faible densité ; la grille des usages est la même, mais l'option de changement n'a pas la même probabilité. La deuxième conséquence est que l'évaluateur ne lit jamais un règlement de zonage comme un texte isolé : le règlement de lotissement fixe la taille minimale des lots, le règlement de construction fixe les conditions de reconstruction, et les règlements discrétionnaires déterminent ce qui peut être obtenu en dehors de la règle. La troisième est juridique : les règlements d'urbanisme sont du droit,

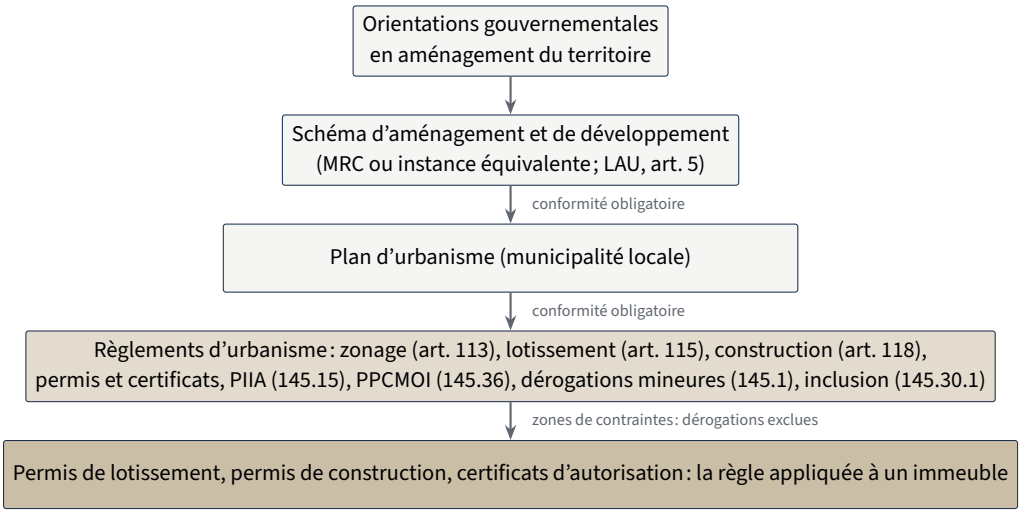


Figure 8.1. La hiérarchie des instruments de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme. Chaque niveau doit être conforme au précédent ; l'évaluateur travaille au bas de la pyramide, mais un changement d'usage probable se lit souvent dans les niveaux supérieurs (affectations du schéma, orientations du plan d'urbanisme).
Source : schéma de l'auteur d'après Québec (1979a).

et leur interprétation relève des tribunaux ; l'évaluateur en constate l'effet sur la valeur, il ne se prononce pas sur leur validité ni sur l'issue d'un litige, et il consigne au rapport les vérifications faites et leurs limites.

8.1.2 La règle juridique comme composante de l'état de l'immeuble

La fiscalité municipale a tiré les conséquences de ce qui précède dans une disposition que l'évaluateur privé gagne à connaître. Aux fins du rôle, l'état de l'unité d'évaluation « comprend, outre son état physique, sa situation au point de vue économique et juridique […] et l'environnement » (Québec 1979b, art. 46 al. 3). La restriction de zonage fait donc partie de l'état de l'immeuble au même titre que l'état de sa toiture, et « l'imposition ou […] la levée […] d'une restriction juridique aux utilisations possibles de l'immeuble » est un motif de modification du rôle en cours de cycle (Québec 1979b, art. 174 par. 19°). Le chapitre 9 revient sur ces mécanismes ; retenons ici que le droit québécois lui-même considère le zonage comme un attribut de l'immeuble, dont la variation modifie la valeur.

La pratique professionnelle nord-américaine formalise la même idée dans l'analyse de la **plus haute et meilleure utilisation** (PHMU, *highest and best use*), dont le premier des quatre critères est que l'usage soit légalement permis, avant d'être physiquement possible, financièrement faisable et maximalement productif (Appraisal Institute 2026). Le mot « permis » appelle une nuance qui occupe une bonne part du présent chapitre : un usage peut être permis de plein droit par la grille, permis par droits acquis, permis sous réserve d'une autorisation discrétionnaire, ou raisonnablement probable au terme d'une modification réglementaire. Chacune de ces situations correspond à un degré d'incertitude différent, et la valeur doit en porter la trace. Le chapitre 41 conduit l'analyse complète de la PHMU ; le présent chapitre fournit la lecture juridique qui la précède.

Tableau 8.1. Les instruments d'urbanisme et ce que l'évaluateur y cherche

Instrument	Contenu	Usage pour l'évaluateur
Schéma d'aménagement (MRC)	Grandes affectations, périmètre d'urbanisation, zones de contraintes, densités cibles	Probabilité d'un changement d'affectation ; appartenance au périmètre d'urbanisation ; contraintes régionales
Plan d'urbanisme	Orientations locales, affectations détaillées, secteurs à densifier ou à protéger	Vraisemblance d'un rezonage ; conformité exigée des dérogations mineures et des PPCMOI
Règlement de zonage	Zones, usages autorisés ou prohibés, densité, implantation, hauteur, stationnement, droits acquis	Usage légalement permis ; conformité du bâtiment existant ; potentiel de densification
Règlement de lotissement	Superficie et dimensions minimales des lots, voies, contribution pour fins de parcs	Potentiel de subdivision ; coût de la contribution pour fins de parcs
Règlement de construction	Normes de construction, matériaux, reconstruction après sinistre	Conditions et coût de la remise aux normes ; perte des droits acquis à la reconstruction
Règlements discrétionnaires (PIIA, PPCMOI, dérogations mineures, usages conditionnels)	Critères d'évaluation, conditions, procédure	Incertitude et délai d'un projet ; faisabilité d'un changement d'usage sans modification du zonage
Règlement d'inclusion	Entente sur le logement abordable, social ou familial	Charge sur les projets résidentiels neufs

Source : synthèse de l'auteur d'après Québec (1979a) (texte à jour au 15 octobre 2026).

8.2 Zonage, lotissement et construction

8.2.1 Le règlement de zonage

Le règlement de zonage est l'instrument que l'évaluateur consulte le plus souvent. La loi en énumère les pouvoirs : la municipalité peut « diviser le territoire en zones », classifier les constructions et les usages et « spécifier, pour chaque zone, les constructions ou les usages qui sont autorisés et ceux qui sont prohibés » (Québec 1979a, art. 113 al. 2, par. 1° et 3°). Elle peut aussi permettre, à certaines conditions, un logement supplémentaire destiné à être occupé par des personnes ayant un lien de parenté avec l'occupant du logement principal, ce que la pratique appelle le logement intergénérationnel (Québec 1979a, art. 113 al. 2, par. 3.1°) ; régir ou prohiber les usages et constructions « compte tenu […] des dangers d'inondation, d'éboulis, de glissement de terrain » et à proximité d'activités ou d'immeubles contraignants (Québec 1979a, art. 113 al. 2, par. 16° et 16.1°) ; et régir les constructions et usages dérogatoires protégés par des droits acquis (Québec 1979a, art. 113 al. 2, par. 18°). Les règlements municipaux exercent ces pouvoirs sous la forme d'une **grille des usages et des normes** (appelée aussi grille de spécifications), qui croise les zones en colonnes et, en lignes, les classes d'usages autorisées, les normes de densité (nombre de logements, rapport plancher-terrain), les normes d'implantation (marges avant, latérales et arrière, hauteur, nombre d'étages, rapport bâti-terrain), le stationnement et les dispositions particulières. La section 8.9 explique comment la lire.

Deux normes de la grille se traduisent directement en nombres. La première est la densité résidentielle, exprimée tantôt par un nombre maximal de logements par bâtiment, tantôt par une superficie minimale de terrain par logement $s_{\min}$, tantôt par les deux. Le nombre de logements admissibles sur un terrain de superficie S est alors

$$N_{\max} = \min\left\{N_{\text{grille}}, \left\lfloor \frac{S}{s_{\min}} \right\rfloor\right\}, \tag{8.1}$$

où N_{grille} est le plafond inscrit à la grille et $\lfloor \cdot \rfloor$ la partie entière. La seconde est le **coefficient d'occupation du sol** (COS, *floor area ratio*), rapport maximal entre l'aire de plancher et la superficie du terrain, qui borne l'aire constructible :

$$A_{\max} = \text{COS}_{\max} \times S. \tag{8.2}$$

Ces deux bornes, combinées aux marges et à la hauteur, déterminent l'enveloppe constructible du terrain, c'est-à-dire la quantité de plancher qu'un acheteur peut espérer y bâtir. Comme la valeur d'un terrain à développer est, en première approximation, proportionnelle au plancher constructible net des coûts (section 8.6), ces deux nombres sont le point de départ de toute évaluation de terrain en milieu urbain (chapitre 25).

8.2.2 Le règlement de lotissement et la contribution pour fins de parcs

Le règlement de lotissement régit les opérations cadastrales. La municipalité peut « prescrire la superficie minimale et les dimensions minimales des lots lors d'une opération cadastrale », par zone, et faire varier ces normes selon que le lot est desservi ou non par l'aqueduc et l'égout, ou selon la présence d'installations septiques ; elle peut aussi régir le caractère public ou privé des voies, permettre l'agrandissement des lots dérogatoires et prohiber les opérations cadastrales compte tenu des dangers d'inondation (Québec 1979a,

art. 115 al. 2, par. 1°, 1.0.1°, 1.1°, 3° et 4°). Pour l'évaluateur, le règlement de lotissement répond à une question simple : un grand terrain peut-il être divisé, et en combien de lots ? Si S est la superficie du terrain, S_v la superficie à céder pour les voies et $s_{\min}$ la superficie minimale d'un lot, le nombre de lots est au plus $\lfloor (S - S_v)/s_{\min} \rfloor$, sous réserve des dimensions minimales (façade, profondeur) qui peuvent être plus contraignantes que la superficie. Le chapitre 25 applique ce raisonnement à l'évaluation d'un terrain par lotissement.

La loi permet à la municipalité d'assujettir la délivrance d'un permis de lotissement ou d'un permis de construction, notamment pour un redéveloppement, à une **contribution pour fins de parcs**, de terrains de jeux et d'espaces naturels (Québec 1979a, art. 117.1 et 117.2). La contribution prend la forme d'une cession de terrain, d'une servitude ou d'une somme d'argent, et la loi en plafonne l'ampleur : le terrain et la somme « ne doivent pas excéder 10 % de la superficie et de la valeur, respectivement, du site », un dépassement étant possible dans un secteur central pour y aménager un espace vert (Québec 1979a, art. 117.4 al. 1 et 3). En zone agricole, seule la partie du site qui n'est pas affectée à l'agriculture entre dans l'assiette (Québec 1979a, art. 117.4 al. 6). On écrit donc, pour un site de superficie S et de valeur V_{site},

$$C_{\text{parcs}} \leq 0{,}10\, S \quad \text{(terrain)} \qquad \text{ou} \qquad C_{\text{parcs}} \leq 0{,}10\, V_{\text{site}} \quad \text{(somme)}, \tag{8.3}$$

la municipalité pouvant exiger une combinaison des deux dont la valeur totale respecte le plafond. Les articles 117.1 à 117.4 ont été modifiés par la Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions (Québec 2023a) ; l'évaluateur vérifie donc la version du règlement municipal applicable à la date du permis. La valeur du site qui sert d'assiette est elle-même une question d'évaluation ; la loi prévoit qu'elle est établie par un évaluateur agréé, selon une disposition (art. 117.6) dont le texte n'a pas été vérifié pour le présent ouvrage et qu'il convient de lire avant de s'en prévaloir. La Cour suprême du Canada a rappelé en 2025, dans *Ville de Sainte-Julie c. Investissements Laroda inc.*, que la cession de terrains excédant ce que la municipalité pouvait exiger à titre de contribution pour fins de parcs s'analyse comme une réserve de terrains ouvrant droit à une indemnité égale à la valeur marchande des terrains à la date pertinente (Cour suprême du Canada 2025) ; le contentieux de la contribution pour fins de parcs est donc, pour une part, un contentieux d'évaluation.

8.2.3 Le règlement de construction et la reconstruction après sinistre

Le règlement de construction règle la manière de bâtir : « normes de conception et de procédés », matériaux, solidité, sécurité et salubrité, efficacité énergétique (Québec 1979a, art. 118 al. 2, par. 1° à 4°). La municipalité adopte le plus souvent ces normes par renvoi à un recueil, ce que la loi autorise (Québec 1979a, art. 118 al. 4) ; au Québec, le recueil de référence est le Code de construction adopté en vertu de la Loi sur le bâtiment, dont le chapitre Bâtiment repose sur le Code national du bâtiment, et le chapitre 11 comme le chapitre 21 en traitent. Pour l'évaluateur, la disposition la plus lourde de conséquences est celle qui permet à la municipalité d'« exiger que la reconstruction ou la réfection de tout bâtiment détruit, devenu dangereux ou ayant perdu au moins la moitié de sa valeur » soit conforme aux règlements en vigueur au moment de la reconstruction (Québec 1979a, art. 118 al. 2, par. 6°). Un bâtiment dérogatoire protégé par des droits acquis qui perd la moitié de sa valeur dans un sinistre ne peut donc, si la municipalité s'est prévalue de ce pouvoir, être reconstruit tel qu'il était : la dérogation s'éteint avec le bâtiment. Le seuil de la moitié de la valeur est lui-même une question d'évaluation, et la base de valeur retenue par le règlement municipal

(valeur au rôle, coût de remplacement déprécié, valeur marchande du bâtiment) doit être lue avec soin. L'article 118 a été modifié en 2026 par le chapitre 18 des lois de cette année, dont l'intitulé n'a pas été vérifié pour le présent ouvrage ; le texte consolidé à jour au 15 octobre 2026 est celui qui est cité.

Tableau 8.2. Dispositions de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme les plus pertinentes pour l'évaluation résidentielle (texte à jour au 15 octobre 2026)

Disposition	Objet	Effet sur l'évaluation
Art. 5	Schéma d'aménagement et de développement de la MRC	Affectations et contraintes régionales ; probabilité d'un changement d'usage
Art. 113 al. 2, par. 1° et 3°	Zones ; usages autorisés et prohibés	Usage légalement permis, prérequis de la PHMU
Art. 113 al. 2, par. 3.1°	Logement supplémentaire intergénérationnel	Usage accessoire conditionnel ; revenu non marchand
Art. 113 al. 2, par. 16° et 16.1°	Contraintes naturelles et anthropiques	Restrictions d'usage ; dérogation mineure exclue (art. 145.2)
Art. 113 al. 2, par. 18°	Constructions et usages dérogatoires protégés par droits acquis	Cessation après abandon d'au moins six mois ; non-remplacement ; extension encadrée
Art. 115 al. 2, par. 1°, 1.1°, 3°, 4°	Lotissement : superficie et dimensions minimales ; lots dérogatoires ; services ; inondation	Potentiel de subdivision
Art. 117.1 à 117.4	Contribution pour fins de parcs : terrain, servitude ou somme ; plafond de 10 %	Coût du lotissement ou du redéveloppement
Art. 118 al. 2, par. 4° et 6° ; al. 4	Construction : efficacité énergétique ; reconstruction après perte d'au moins la moitié de la valeur ; adoption par renvoi	Mise aux normes obligatoire ; extinction des droits acquis à la reconstruction
Art. 145.1 à 145.6	Dérogation mineure	Régularisation d'implantations ; exclue pour l'usage et la densité
Art. 145.15 et 145.16	Plans d'implantation et d'intégration architecturale	Délai et incertitude des projets
Art. 145.30.1 à 145.30.3	Règlement d'inclusion (logement abordable, social ou familial)	Charge sur les projets résidentiels
Art. 145.36 et 145.37	Projet particulier de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble	Changement d'usage sans modification du zonage

Source : sélection de l'auteur d'après Québec (1979a) et le registre des dispositions du dépôt (`sources/normes-B.csv`, NRM-B-064 à 074).

8.2.4 Les zones de contraintes : inondations, glissements, nuisances

Les pouvoirs de l'article 113 relatifs aux « dangers d'inondation, d'éboulis, de glissement de terrain » et à la proximité d'activités contraignantes se traduisent, dans les règlements,

par des zones ou des dispositions particulières qui restreignent ou interdisent certains usages et certaines constructions. Leur effet sur la valeur est double. D'abord, ils réduisent ou suppriment l'enveloppe constructible : un terrain vacant où aucune résidence ne peut être érigée n'a de valeur que pour des usages résiduels, et une résidence existante qui ne pourrait être reconstruite perd une part de sa valeur égale, au moins, à la valeur de l'option de reconstruction. Ensuite, ils signalent un risque physique que le marché tarife indépendamment de la règle ; la littérature sur les zones inondables montre que la décote observée combine la restriction réglementaire, le coût de l'assurance et la perception du risque, et qu'elle s'accentue après un événement (Bin et Polasky 2004). Le chapitre 43 mesure ces effets ; le chapitre 38 montre comment les cartographier. Le présent chapitre retient que ces zones sont des zones où les mécanismes d'assouplissement de la section 8.3 sont fermés : la dérogation mineure n'y est pas permise (Québec 1979a, art. 145.2 al. 2) et le projet particulier ne peut y déroger pour des motifs de sécurité publique (Québec 1979a, art. 145.37 par. 1°).

Zones inondables : le cadre en vigueur depuis le 1er mars 2026

Le Québec a remplacé le 1er mars 2026 son régime transitoire de gestion des zones inondables par un cadre réglementaire modernisé, modifié de nouveau le 29 juillet 2026, qui comprend notamment un Règlement sur l'encadrement d'activités sous la responsabilité des municipalités et un Règlement sur les ouvrages de protection contre les inondations (Gouvernement du Québec 2026c). La base légale est la définition des milieux humides et hydriques de la Loi sur la qualité de l'environnement, qui inclut « les zones inondables d'un lac ou d'un cours d'eau ainsi que les zones de mobilité d'un cours d'eau » (Québec 1972, art. 46.0.2 al. 3, par. 2.1°). Les cartographies de nouvelle génération classent l'exposition en quatre classes d'intensité (très élevée, élevée, modérée, faible) en croisant la probabilité d'inondation sur un horizon de 25 ans (plus de 70 % ; de 70 à 20 % ; de 20 à 7 %) et la profondeur d'eau attendue (plus de 60 cm ; de 30 à 60 cm ; de 0 à 30 cm), les zones d'embâcle étant classées très élevée (page « Cartographies en vigueur », Québec.ca, mise à jour du 28 août 2026). Pour une résidence, la page gouvernementale « Réaliser des travaux » (mise à jour du 14 juillet 2026) indique qu'une nouvelle résidence est permise sous conditions en classe faible, en zone de faible courant et en zone de mobilité à long terme, et interdite dans le littoral, la rive, les classes très élevée, élevée et modérée, les zones de grand courant et de mobilité à court terme ; l'entretien d'une résidence existante est permis partout, mais sa reconstruction n'est permise que sous conditions, et dans le littoral seulement après un sinistre non lié à une inondation lorsqu'un déplacement hors de la zone est impossible (Règlement sur l'encadrement d'activités sous la responsabilité des municipalités, art. 83, version administrative du 29 juillet 2026). La correspondance entre ces classes et les anciennes zones de grand et de faible courant n'est pas énoncée par les pages consultées, et les règles détaillées par classe n'ont pas été extraites : l'évaluateur consulte la carte interactive et le règlement en vigueur pour chaque immeuble riverain, et renvoie au chapitre 43 pour la mesure de la décote.

8.3 Droits acquis, dérogation mineure, PIIA et PPCMOI

La règle n'est jamais appliquée seule. Une part importante du parc résidentiel québécois, en particulier les plex des quartiers centraux construits avant les règlements actuels, est dérogatoire mais protégée ; et une part importante des projets de construction s'écarte de la grille par l'une des voies que la loi aménage. L'évaluateur doit donc connaître quatre mécanismes, dont la tableau 8.3 compare l'objet, les conditions et l'incertitude, et dont la figure 8.2 schématise le choix.

8.3.1 Les droits acquis

Définition 8.1 : Usage ou construction dérogatoire protégé par droits acquis

Un usage ou une construction est **dérogatoire** lorsqu'il ne respecte pas le règlement de zonage en vigueur ; il est **protégé par droits acquis** lorsqu'il existait légalement avant l'entrée en vigueur de la disposition qui le rend dérogatoire et qu'il n'a pas été interrompu dans les conditions prévues par le règlement. La loi permet à la municipalité de « régir, par zone ou pour l'ensemble du territoire, les constructions et les usages dérogatoires protégés par les droits acquis », notamment en prévoyant la cessation de la protection lorsque l'usage « a été abandonné, a cessé ou a été interrompu pour une période » fixée par le règlement et « qui dans aucun cas ne doit être inférieure à six mois », en interdisant le remplacement d'un usage dérogatoire par un autre et en interdisant ou en encadrant l'extension ou la modification de la construction ou de l'usage dérogatoire (Québec 1979a, art. 113 al. 2, par. 18° a), b) et c)).

Les droits acquis sont, en droit, une protection ; en évaluation, ils sont un actif fragile. Le triplex d'un quartier aujourd'hui zoné unifamilial tire son revenu de trois logements que le règlement n'autoriserait plus ; sa valeur excède celle de la maison conforme qu'il deviendrait si la protection s'éteignait. Mais cette protection peut s'éteindre de trois manières que l'évaluateur doit garder à l'esprit : par l'interruption de l'usage au-delà du délai réglementaire, ce qui arrive lors d'une vacance prolongée ou d'une rénovation majeure ; par la destruction du bâtiment ou la perte de la moitié de sa valeur, si la municipalité exige alors la conformité à la reconstruction (Québec 1979a, art. 118 al. 2, par. 6°) ; et par une modification ou une extension non autorisée qui fait perdre la protection. Ces événements ne sont pas certains, mais ils ne sont pas non plus impossibles, et la valeur du surplus de revenu dérogatoire doit en tenir compte.

Modélisons ce surplus. Soit ΔRNE le revenu net d'exploitation annuel supplémentaire que l'usage dérogatoire procure par rapport à l'usage conforme (par exemple la différence entre le revenu net d'un duplex et celui de la maison unifamiliale qu'il deviendrait), R le taux de capitalisation qui s'appliquerait à ce revenu s'il était perpétuel et certain, et λ le **taux de risque d'extinction** annuel des droits acquis, c'est-à-dire la probabilité, par unité de temps, qu'un événement mette fin à la protection.

Proposition 8.1 : Valeur d'un surplus de revenu protégé par droits acquis

Si le surplus ΔRNE est perçu en continu tant que la protection subsiste, si le taux de capitalisation est R et si l'extinction survient à un instant aléatoire de loi exponentielle de paramètre λ (indépendante du marché), la valeur du surplus est

$$V_\Delta = \frac{\Delta RNE}{R + \lambda}, \tag{8.4}$$

et, si le surplus cesse de toute façon à l'horizon T (fin de vie économique du bâtiment dérogatoire),

$$V_\Delta(T) = \Delta RNE \, \frac{1 - e^{-(R+\lambda)T}}{R + \lambda}. \tag{8.5}$$

La valeur de l'immeuble dérogatoire est alors $V = V_{\text{conf}} + V_\Delta$, où V_{conf} est la valeur de l'immeuble dans son usage conforme.

Démonstration. La probabilité que la protection subsiste à l'instant t est $e^{-\lambda t}$. Le flux espéré à l'instant t est donc $\Delta RNE\, e^{-\lambda t}$, et sa valeur actualisée au taux continu R est $\Delta RNE\, e^{-(R+\lambda)t}$. L'intégrale de 0 à T donne (8.5) ; sa limite quand $T \to \infty$ donne (8.4). L'indépendance entre l'extinction et le marché permet d'écrire l'espérance du produit comme le produit des espérances. □

L'équation (8.4) dit que le risque d'extinction agit comme une majoration du taux de capitalisation : un surplus de 3 300 $ par année capitalisé à 5,5 % vaut 60 000 $ s'il est certain, mais 44 000 $ si la protection a deux chances sur cent de disparaître chaque année, et 31 429 $ à cinq chances sur cent. Le paramètre λ n'est pas observable directement ; il résulte d'un jugement sur la vacance probable, l'état du bâtiment, la rigueur du règlement municipal et les projets du propriétaire, et l'analyse de sensibilité de la section 8.8 montre qu'il pèse lourd. Deux remarques complètent le modèle. D'abord, il y a souvent une incohérence à comparer le surplus dérogatoire de petits immeubles ; le marché des duplex et triplex est fait d'acheteurs occupants pour qui le second logement vaut par le revenu qu'il procure mais aussi par la flexibilité d'usage, et la méthode de comparaison avec des plex conformes, lorsqu'elle est possible, est préférable au calcul (chapitre 32). Ensuite, la convention de capitalisation doit être la même que celle des taux extraits du marché (chapitre 29) ; le modèle continu ci-dessus est une approximation commode du modèle discret, dont l'écart est négligeable aux taux usuels.

8.3.2 La dérogation mineure

La **dérogation mineure** est une autorisation individuelle, accordée par le conseil municipal après avis du comité consultatif d'urbanisme, de s'écarter d'une disposition du règlement de zonage ou de lotissement. Son champ est restreint par la loi à des dispositions « autres que celles qui sont relatives à l'usage et à la densité d'occupation du sol » (Québec 1979a, art. 145.1) : on peut obtenir une dérogation mineure pour une marge latérale, une hauteur ou une superficie de lot, jamais pour ajouter un logement ou changer l'usage. La dérogation doit respecter les objectifs du plan d'urbanisme et ne peut être accordée dans une zone où l'occupation du sol est soumise à des contraintes particulières pour des raisons de sécurité

publique ou de protection de l'environnement (Québec 1979a, art. 145.2). Elle n'est accordée « que si l'application du règlement a pour effet de causer un préjudice sérieux à la personne qui la demande » et si elle ne porte pas atteinte à la jouissance des immeubles voisins (Québec 1979a, art. 145.4) ; elle peut régulariser des travaux déjà exécutés lorsqu'ils ont fait l'objet d'un permis et ont été réalisés de bonne foi (Québec 1979a, art. 145.5), et elle est précédée d'un avis public d'au moins quinze jours aux frais du demandeur (Québec 1979a, art. 145.6). L'évaluateur rencontre la dérogation mineure dans deux situations : lorsqu'un certificat de localisation révèle une implantation non conforme (une marge insuffisante, un cabanon trop près de la ligne) et qu'il faut apprécier le coût et la probabilité de sa régularisation, et lorsqu'un projet de construction en dépend. Dans le premier cas, la pratique est de traiter l'irrégularité comme un défaut curable dont le coût est celui de la demande et du délai, pondéré par le risque de refus ; dans le second, de pondérer la valeur du projet par la probabilité d'obtention, comme à la section 8.6.

8.3.3 Les plans d'implantation et d'intégration architecturale

Le règlement sur les **plans d'implantation et d'intégration architecturale** (PIIA) permet à une municipalité dotée d'un comité consultatif d'urbanisme d'« assujettir la délivrance de permis de construction ou de lotissement […] à l'approbation de plans relatifs à l'implantation et à l'architecture » des constructions, selon des objectifs et des critères d'évaluation qu'il énonce (Québec 1979a, art. 145.15 et 145.16). Le PIIA ne change ni l'usage ni la densité ; il ajoute un jugement discrétionnaire sur la forme. Son effet sur la valeur passe par le délai, le coût de conception et l'incertitude du résultat, qui sont d'autant plus grands que les critères sont nombreux et qualitatifs. Dans les secteurs patrimoniaux et les noyaux villageois, où les PIIA sont fréquents, ils protègent aussi la valeur des immeubles voisins en garantissant la cohérence du cadre bâti, et la littérature sur les externalités de voisinage, dont les travaux québécois de Kestens et al. (2006) sur les usages du sol environnants, montre que cette protection se lit dans les prix.

8.3.4 Le projet particulier de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble

Le règlement sur les **projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble** (PPCMOI) permet au conseil d'« autoriser, sur demande et à certaines conditions, un projet particulier […] qui déroge à l'un ou l'autre des règlements » d'urbanisme, à la condition qu'il respecte les objectifs du plan d'urbanisme (Québec 1979a, art. 145.36) ; il ne peut déroger aux dispositions applicables dans une zone de contraintes pour des raisons de sécurité publique (Québec 1979a, art. 145.37 par. 1°). À la différence de la dérogation mineure, le PPCMOI peut porter sur l'usage et la densité : c'est la voie par laquelle une église devient des logements, un entrepôt un immeuble résidentiel ou une maison un triplex, sans que la zone soit modifiée pour l'ensemble de ses lots. C'est aussi la voie dont l'issue est la plus incertaine, parce qu'elle est discrétionnaire et politique, et la plus longue. Pour l'évaluateur, un immeuble dont la valeur dépend d'un PPCMOI non encore accordé est un immeuble dont la valeur est une espérance, et la section 8.6 donne la manière de la calculer.

8.3.5 La modification du règlement

Lorsque aucune des voies précédentes ne convient, le changement d'usage exige la modification du règlement de zonage lui-même, selon la procédure d'adoption prévue par la loi, qui comporte une consultation publique et peut donner lieu, selon les cas, à un processus d'approbation par les personnes habiles à voter des zones concernées. La modification s'applique à toute la zone et elle est permanente ; elle est aussi la plus exposée à l'opposition des voisins. Lorsqu'un rezonage est adopté, son effet sur la valeur des immeubles de la zone est mesurable par les méthodes de la section 8.6 ; lorsqu'il est seulement probable, il est une option.

Tableau 8.3. Les quatre voies de l'écart à la règle, comparées

	Droits acquis	Dérogation mineure	PPCMOI	Modification du règlement
Fondement (LAU)	art. 113 al. 2, par. 18°	art. 145.1 à 145.8	art. 145.36 et 145.37	procédure d'adoption des règlements
Porte sur	usage ou construction existant avant la règle	implantation, dimensions, lotissement (jamais l'usage ni la densité)	tout règlement d'urbanisme, y compris l'usage et la densité	toute la zone
Conditions	existence légale antérieure ; pas d'interruption au-delà du délai (au moins six mois)	préjudice sérieux ; pas d'atteinte aux voisins ; hors zones de contraintes	conformité au plan d'urbanisme ; hors zones de contraintes de sécurité	conformité au plan d'urbanisme et au schéma
Décideur	aucun (protection de plein droit)	conseil, après avis du CCU	conseil, après avis du CCU et consultation	conseil ; consultation publique ; approbation selon les cas
Durée	tant que l'usage subsiste ; s'éteint par abandon, destruction ou extension non permise	permanente pour l'immeuble	attachée au projet autorisé	permanente
Incertitude pour l'évaluateur	risque d'extinction λ	probabilité d'obtention élevée pour les écarts faibles ; délai court	probabilité variable ; délai long ; conditions imposées	probabilité politique ; délai long
Traitement de la valeur	$V_{\text{conf}} + \Delta RNE/(R+\lambda)$	coût de régularisation pondéré par le risque de refus	espérance : $V_{\text{act}} + p\,(V_{\text{proj}} - V_{\text{act}})(1+r)^{-T}$	idem, avec p et T propres au processus

Source : synthèse de l'auteur d'après Québec (1979a) ; les colonnes « incertitude » et « traitement » décrivent une pratique d'évaluation, non une règle de droit.

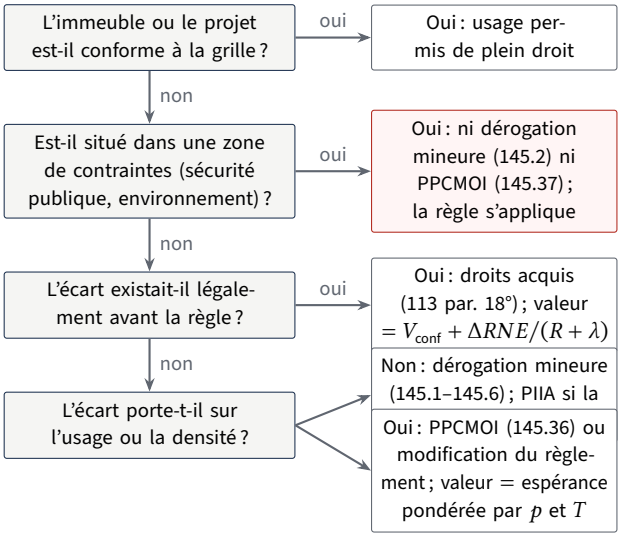


Figure 8.2. Le choix de la voie lorsqu'un immeuble ou un projet s'écarte de la grille des usages et des normes. Les renvois sont aux articles de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme ; les formules de valeur résument la section 8.6.

Source : schéma de l'auteur d'après Québec (1979a).

8.4 Densification, inclusion et la réforme de 2023

8.4.1 La réforme de 2023 et le contexte de la densification

La Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions (projet de loi n° 16) (Assemblée nationale du Québec 2023) a été présentée le 21 mars 2023 et sanctionnée le 1er juin 2023, devenant le chapitre 12 des lois de 2023, avec une entrée en vigueur le jour de la sanction sauf exceptions (Québec 2023a). Parmi ses effets vérifiés pour le présent ouvrage figure la réécriture des dispositions sur la contribution pour fins de parcs (art. 117.1, 117.2 et 117.4), examinées plus haut. La réforme s'inscrit dans un mouvement plus large, au Québec comme ailleurs en Amérique du Nord, qui vise à faciliter la densification des quartiers résidentiels existants pour répondre à la pénurie de logements ; le contenu détaillé de ses autres dispositions n'a pas été dépouillé ici, et l'évaluateur qui doit apprécier la probabilité d'une densification sur un terrain donné consulte le texte à jour de la loi et, surtout, le plan d'urbanisme et le règlement de zonage de la municipalité, qui sont les instruments par lesquels cette politique se concrétise.

L'économie urbaine fournit le cadre pour comprendre pourquoi la densification a un effet sur les prix. La réglementation de l'usage du sol réduit l'élasticité de l'offre de logements, et une offre inélastique transmet les chocs de demande aux prix plutôt qu'aux quantités : Glaeser et al. (2008) montrent que les bulles immobilières sont plus amples et plus longues dans les marchés où l'offre est contrainte, et Saiz (2010) que la contrainte combine la géographie (eau, pentes) et la réglementation. Le chapitre 3 et le chapitre 5 développent ces mécanismes ; retenons ici leur conséquence pour l'évaluation d'un terrain : la valeur d'un droit de construire est d'autant plus élevée que ce droit est rare, et un assouplissement général du zonage, en augmentant l'offre de droits à bâtir, peut réduire la valeur unitaire de

chacun tout en augmentant la valeur des terrains qui en bénéficient. L'effet d'un rezonage ponctuel sur un îlot, mesuré à la section 8.7, n'est pas l'effet d'une densification généralisée ; le premier est une rente de rareté, le second la modifie.

8.4.2 Le règlement d'inclusion

Depuis 2017, la loi permet à une municipalité d'« assujettir la délivrance de tout permis pour la construction d'unités résidentielles à la conclusion d'une entente » entre le demandeur et la municipalité « en vue d'améliorer l'offre en matière de logement abordable, social ou familial » (Québec 1979a, art. 145.30.1). L'entente peut prévoir la construction d'unités, le versement d'une somme ou la cession d'un immeuble, les sommes étant versées à un fonds affecté à ces fins (Québec 1979a, art. 145.30.2 et 145.30.3). De grandes villes, dont Montréal, se sont dotées d'un tel règlement ; les paramètres de chacun (seuils de taille des projets, proportions, montants) doivent être lus dans le règlement municipal en vigueur, que le présent ouvrage n'a pas dépouillé. Pour l'évaluateur de terrains, le règlement d'inclusion est une charge qui réduit la valeur résiduelle du terrain. Si l'on note GDV la valeur brute de développement (la somme des prix de vente attendus des unités), C l'ensemble des coûts de construction directs et indirects, M la marge du promoteur, F les frais de financement et de portage et I la charge d'inclusion exprimée en dollars, la valeur résiduelle du terrain hors contribution pour fins de parcs est $GDV - C - M - F - I$, et la charge d'inclusion se transmet entièrement au prix du terrain lorsque le marché des unités neuves est concurrentiel et le terrain est l'intrant fixe ; la section 8.6 intègre ce terme dans l'équation (8.8). Le chapitre 41 étudie les méthodes de développement ; le chapitre 34 traite du logement social et de l'encadrement des loyers du point de vue de l'immeuble locatif.

8.5 La zone agricole et la Commission de protection du territoire agricole

Une part considérable du territoire municipalisé du sud du Québec est comprise dans la zone agricole désignée en vertu de la **Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles** (LPTAA, RLRQ, c. P-41.1) (Québec 1978). Cette loi se superpose au zonage municipal et le domine : un règlement municipal qui autoriserait un usage résidentiel en zone agricole ne dispense pas de l'autorisation de la Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ). La règle centrale est l'interdiction d'utiliser un lot « à une fin autre que l'agriculture » sans autorisation de la Commission (Québec 1978, art. 26), complétée par l'interdiction de lotir et d'aliéner un lot en conservant un lot contigu sans autorisation (Québec 1978, art. 28 et 29). Deux exceptions concernent directement l'évaluation résidentielle. Une personne peut, sans autorisation, construire une résidence sur un lot ou un ensemble de lots d'au moins cent hectares, en utilisant à cette fin au plus un demi-hectare (Québec 1978, art. 31.1), et le producteur agricole peut construire une résidence pour lui-même ou pour ses employés selon les conditions de l'article 40 (Québec 1978, art. 40). Les droits acquis de la LPTAA, distincts de ceux de la LAU, protègent l'usage autre qu'agricole qui existait lors de l'entrée en vigueur du décret de zone agricole (Québec 1978, art. 101) ; ils s'éteignent si la superficie est laissée sous couverture végétale pendant plus d'un an (Québec 1978, art. 102) ; la superficie protégée peut être portée à un demi-hectare pour un usage résidentiel et à un hectare pour un usage commercial, industriel ou institutionnel

(Québec 1978, art. 103) ; et un lot adjacent à un chemin public desservi par l'aqueduc et l'égout autorisés avant le décret bénéficie d'un droit qui « ne s'étend pas [...] aux parties du lot situées à plus de 60 mètres de l'emprise du chemin public dans le cas d'une utilisation à des fins d'habitation », et 120 mètres pour les autres usages (Québec 1978, art. 105).

Lorsqu'une autorisation est nécessaire, la demande est déposée à la Commission et la municipalité doit, dans les 60 jours de l'avis, lui transmettre une recommandation motivée (Québec 1978, art. 58 à 58.2). La Commission décide selon des critères énoncés par la loi : « le potentiel agricole du lot et des lots avoisinants ; les possibilités d'utilisation du lot à des fins d'agriculture », les conséquences sur les activités agricoles existantes, les contraintes réglementaires, la disponibilité d'autres emplacements hors de la zone agricole et l'homogénéité de la communauté agricole (Québec 1978, art. 62 al. 2), en tenant compte de l'existence d'un espace approprié disponible hors de la zone agricole (Québec 1978, art. 61.1). Pour l'évaluateur, ces critères sont des prédicteurs de la probabilité d'autorisation : un lot de faible potentiel agricole, enclavé entre des résidences existantes, en bordure d'un périmètre d'urbanisation, a des chances raisonnables ; un lot de bonne terre au milieu d'exploitations actives n'en a presque aucune. La valeur d'un lot en zone agricole dont l'usage résidentiel est espéré s'écrit alors comme une espérance,

$$V = p\,V_{\text{aut}}\,(1+r)^{-T} + (1-p)\,V_{\text{agr}} - c, \tag{8.6}$$

où V_{aut} est la valeur du lot si l'autorisation est accordée (lot résidentiel plus le résidu agricole), V_{agr} sa valeur agricole, p la probabilité d'autorisation, T le délai, r le taux d'actualisation et c le coût de la demande. L'équation (8.6) suppose que l'usage agricole se poursuit pendant le délai ; elle néglige les coûts de portage, ce qui est acceptable pour un terrain cultivé ou loué. La section 8.7 en donne une application.

Vérifier la zone agricole et ses droits acquis

La Commission offre des services en ligne pour la demande d'autorisation, la déclaration de droits acquis et la consultation de la cartographie de la zone agricole (Commission de protection du territoire agricole du Québec 2026). L'évaluateur qui reçoit un mandat en milieu rural vérifie d'abord si le lot est compris dans la zone agricole, puis si une décision de la Commission ou une déclaration de droits acquis le concerne, et il en joint la référence au rapport. Aux fins du rôle, la valeur imposable aux fins scolaires du terrain d'une exploitation agricole enregistrée est limitée à 375 $ l'hectare (Québec 1979b, art. 231.3), et les immeubles agricoles forment une catégorie de taux de taxe distincte ; le chapitre 9 et le chapitre 25 en traitent. Les modifications réglementaires annoncées par la Commission pour l'été 2026 n'ont pas été vérifiées pour le présent ouvrage.

8.6 Effets sur la valeur : option de redéveloppement et plus haute et meilleure utilisation

8.6.1 La valeur comme maximum entre l'usage actuel et le redéveloppement

L'analyse de la plus haute et meilleure utilisation, que le chapitre 41 développe, repose sur une idée que le zonage rend concrète : un immeuble bâti vaut le plus élevé de deux montants,

Tableau 8.4. Dispositions de la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles pertinentes pour l'évaluation résidentielle (texte à jour au 15 octobre 2026)

Disposition	Règle	Effet sur l'évaluation
Art. 26	Interdiction d'utiliser un lot à une fin autre que l'agriculture sans autorisation	Restriction d'usage majeure ; la valeur dépend de la probabilité d'autorisation
Art. 28 et 29	Lotissement et aliénation avec conservation d'un lot contigu interdits sans autorisation	Morcellement impossible ; prime de superficie
Art. 31.1	Résidence sans autorisation sur au moins 100 ha, sur au plus 0,5 ha	Droit de construire limité aux grandes propriétés
Art. 40	Résidence du producteur agricole	Usage résidentiel accessoire à l'exploitation
Art. 58 à 58.2	Demande à la Commission ; recommandation municipale dans les 60 jours	Délai et procédure
Art. 61.1 et 62	Critères de décision : potentiel agricole, conséquences, autres emplacements, homogénéité	Déterminants de la probabilité p
Art. 101 à 103	Droits acquis : usage existant au décret ; extinction après plus d'un an sous couverture végétale ; extension à 0,5 ha (résidentiel) ou 1 ha	Superficie protégée d'une résidence ; déclaration à la Commission
Art. 105	Lot adjacent à un chemin public desservi : 60 m (habitation), 120 m (autres usages)	Droits acquis « de rue »

Source : sélection de l'auteur d'après Québec (1978) et `sources/normes-B.csv` (NRM-B-075 à 081).

sa valeur dans son usage actuel et la valeur de son terrain pour l'usage le plus productif que la règle permet, nette du coût de démolition. En notant V_{act} la valeur de l'immeuble dans son usage actuel, V_L la valeur du terrain comme s'il était vacant et D le coût de démolition et de préparation du site,

$$V = \max\{V_{\text{act}},\ V_L - D\} = V_{\text{act}} + \max\{0,\ V_L - D - V_{\text{act}}\}, \tag{8.7}$$

où le second terme est la **prime d'option de redéveloppement**. Cette écriture, due dans sa forme moderne aux travaux sur les démolitions-reconstructions de Rosenthal et Helsley (1994) et de Dye et McMillen (2007), dit que la prime n'existe que pour les immeubles dont le bâtiment vaut moins que le terrain qu'il occupe, et qu'elle croît avec la valeur du terrain, donc avec la densité permise. McMillen et O'Sullivan (2013) montrent que, dans les quartiers où les démolitions sont fréquentes, les prix des maisons anciennes convergent vers la valeur du terrain et deviennent insensibles aux caractéristiques du bâtiment ; Clapp et Salavei (2010) et Clapp et al. (2012) en tirent une correction des modèles hédoniques pour la valeur d'option ; Munneke (1996) et Munneke et Womack (2020) estiment la composante d'option dans les prix des terrains urbains. La leçon pour l'évaluation résidentielle est double : un rezonage à la hausse crée de la valeur d'abord pour les bâtiments les plus anciens et les plus petits, et une méthode de comparaison qui ignorerait l'option sous-estimerait ces immeubles.

La valeur du terrain pour le redéveloppement s'obtient par la **méthode résiduelle**, qui retranche de la valeur brute de développement l'ensemble des coûts nécessaires pour la réaliser. En intégrant la contribution pour fins de parcs, proportionnelle à la valeur du site par l'équation (8.3), et la charge d'inclusion I de la section 8.4,

$$V_L = \frac{GDV - C_{\text{dir}} - C_{\text{ind}} - D - M - F - I}{1 + \tau_{\text{parcs}}}, \tag{8.8}$$

où $GDV = N \cdot s \cdot p_{\text{neuf}}$ est le produit du nombre d'unités N, de leur superficie s et du prix unitaire p_{neuf} attendu, C_{dir} et C_{ind} les coûts directs et indirects (chapitre 21 et chapitre 23), M la marge du promoteur, F le financement et le portage, et τ_{parcs} le taux de la contribution lorsqu'elle est versée en argent. La division par $1+\tau_{\text{parcs}}$ résout la circularité qui naît du fait que la contribution est assise sur la valeur du site qu'elle contribue à déterminer. L'équation (8.8) est une version statique de l'analyse de développement du chapitre 41, qui y ajoute le temps et le risque ; Byrne (1996) et Geltner et al. (2014) en donnent le traitement complet.

8.6.2 L'incertitude du changement : probabilité et délai

Lorsque l'usage le plus productif n'est pas encore permis, mais pourrait le devenir par un PPCMOI, une modification de zonage ou une autorisation de la Commission de protection du territoire agricole, la prime d'option doit être pondérée par la probabilité du changement et actualisée sur son délai. La forme la plus simple, qui suppose que l'immeuble continue de valoir V_{act} en cas d'échec et que le coût de la demande c est engagé dans tous les cas, est

$$V = V_{\text{act}} + p\ \max\{0,\ V_L - D - V_{\text{act}}\}(1+r)^{-T} - c. \tag{8.9}$$

Cette écriture est une approximation d'un problème d'option réelle plus riche, dans lequel le propriétaire peut attendre, observer le marché et choisir le moment du développement ;

Titman (1985), Capozza et Helsley (1990) et Cunningham (2006) montrent que l'incertitude sur les prix futurs ajoute une valeur d'attente que l'équation (8.9) ignore, et le chapitre 41 y revient. Pour les besoins de l'évaluation courante, l'équation (8.9) a le mérite de forcer l'évaluateur à nommer trois paramètres, p, T et r, qu'il devra justifier au rapport : la probabilité se fonde sur le plan d'urbanisme, les précédents de la municipalité et, le cas échéant, l'avis d'un urbaniste ; le délai sur la procédure applicable ; le taux sur le rendement exigé d'un placement foncier de risque comparable. Un acheteur informé ne paie pas la totalité d'une prime hypothétique, et le marché non plus : c'est ce que l'exemple de la section 8.7 fait apparaître lorsqu'il compare la prime théorique d'un redéveloppement et la prime effectivement observée dans les prix.

8.6.3 Mesurer l'effet d'un rezonage : ventes appariées et doubles différences

Lorsqu'un rezonage est entré en vigueur, son effet sur les prix peut être mesuré. La méthode la plus proche de la pratique de l'évaluation est celle des **ventes appariées** (chapitre 17) : à chaque vente d'un immeuble de la zone rezonée, conclue après le changement, on apparie la vente d'un immeuble aussi semblable que possible situé hors de la zone, conclue à une date voisine, et l'on mesure la différence de prix après avoir corrigé les écarts résiduels de date et de caractéristiques. Si P_j^{tr} est le prix de la j^{e} vente traitée et P_j^{aj} le prix ajusté de son témoin, l'effet estimé est

$$\hat{\delta}_{\text{paires}} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\left(P_j^{\text{tr}} - P_j^{\text{aj}}\right), \qquad \widehat{\text{ET}}(\hat{\delta}_{\text{paires}}) = \frac{s_d}{\sqrt{n}}, \tag{8.10}$$

où s_d est l'écart-type des différences. L'estimateur est intuitif et défendable devant un tribunal, mais il dépend de la qualité de l'appariement et des ajustements, et il est bruyant lorsque n est petit.

La méthode des **doubles différences** (*difference-in-differences*) exploite en outre les ventes antérieures au changement. Soit $\bar{y}_{g,t}$ le logarithme moyen des prix du groupe g (traité ou témoin) à la période t (avant ou après). L'estimateur

$$\hat{\delta}_{2\times 2} = \left(\bar{y}_{\text{tr,après}} - \bar{y}_{\text{tr,avant}}\right) - \left(\bar{y}_{\text{tém,après}} - \bar{y}_{\text{tém,avant}}\right) \tag{8.11}$$

retranche de l'évolution des prix de la zone rezonée celle du groupe témoin, ce qui neutralise la tendance du marché et les différences de niveau permanentes entre les deux groupes. Il repose sur l'hypothèse que, sans le rezonage, les deux groupes auraient évolué parallèlement, et il est sensible à la composition des ventes dans chaque case lorsque les échantillons sont petits : si les maisons vendues dans la zone traitée après le changement sont, par hasard, plus grandes que celles vendues avant, l'estimateur l'attribue au rezonage. La version par régression corrige ce défaut en contrôlant les caractéristiques :

$$\ln P_i = \alpha + \beta\,\text{tr}_i + \gamma\,\text{après}_i + \delta\,(\text{tr}_i \times \text{après}_i) + \mathbf{x}_i^{\mathsf{T}}\theta + \varepsilon_i, \tag{8.12}$$

où $\mathbf{x}_i$ contient les superficies, l'âge et une tendance temporelle, et où δ mesure l'effet du rezonage en logarithme, soit $100\,[e^{\hat{\delta}} - 1]$ en pourcentage. Le chapitre 36 traite des conditions d'identification de ces méthodes et de leurs extensions ; le présent chapitre les applique à un cas simple pour montrer ce qu'elles mesurent et ce qu'elles ne mesurent pas.

8.7 Exemple intégral : un rezonage dans la municipalité fictive de Val-Fictif

Données synthétiques

La municipalité de « Val-Fictif », ses zones, ses lots, ses ventes et sa grille des usages n'existent pas. Les fichiers `data/synthetic/ch08_zonage_lots.csv` (400 lots d'une grille de 20 sur 20) et `ch08_zonage_ventes.csv` (482 ventes résidentielles de janvier 2023 à août 2026) sont générés par le script `analysis/python/cases/ch08_zonage.py` (graine 20261031). Les lots sont répartis en cinq zones : H1 (habitation unifamiliale, 200 lots), H2 (habitation de deux à quatre logements, 60 lots), H3 (habitation multifamiliale, 60 lots), C (commerce et usages mixtes, 60 lots) et P (parc et institutionnel, 20 lots). Un îlot de 36 lots de la zone H1 est rezoné H2 le 1er janvier 2025. Les prix suivent une loi déclarée dans `data/synthetic/README.md` : logarithme du prix de base de la zone (430 000 $ pour une maison type de H1), élasticités de 0,50 à la superficie habitable et de 0,15 à la superficie du terrain, effet de l'âge de −0,4 % par année, tendance de 3 % par année composée, bruit d'écart-type 0,07, et, pour les ventes de l'îlot rezoné postérieures au 1er janvier 2025, une prime en logarithme de $0{,}03 + 0{,}0015 \times \max(\text{âge} - 20,\ 0)$, qui traduit l'hypothèse que l'option de redéveloppement vaut davantage pour les maisons anciennes. Les ordres de grandeur de la zone H1 reprennent ceux du dossier de Gatineau (cas 1) ; aucun paramètre n'est calibré sur une municipalité réelle, et la prime injectée est une hypothèse pédagogique, non une mesure. Les hypothèses de coûts du redéveloppement, de loyers du duplex dérogatoire et de valeurs agricoles sont des choix de l'auteur, énoncés dans le texte ; tous les chiffres de cette section sont reproduits par le script et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch08.py`.

Exemple 8.1 : Lire la grille, mesurer le rezonage, évaluer l'option

Le mandat porte sur une maison de l'îlot rezoné : un plain-pied construit en 1958, de 95 m² habitables, sur un terrain de 600 m², dont la valeur dans son usage actuel de maison unifamiliale, établie par comparaison avec des ventes de la zone H1 (chapitre 16 et chapitre 17), est de 380 000 $ à la date d'évaluation du 1er septembre 2026. La question posée est celle de l'effet du rezonage sur sa valeur. L'analyse procède en quatre temps : lecture de la grille H2, mesure de l'effet du rezonage dans les ventes, calcul de la prime d'option de redéveloppement, et, à titre de contrepoint, valeur d'un duplex dérogatoire voisin.

8.7.1 Lecture de la grille de la zone H2

La grille fictive de la zone H2 (tableau 8.5) autorise les habitations de deux à quatre logements, exige un lot d'au moins 450 m² et une superficie de terrain d'au moins 150 m² par logement, et plafonne le coefficient d'occupation du sol à 0,60, la hauteur à trois étages, avec des marges avant, latérales et arrière de 6, 2 et 9 mètres. Par l'équation (8.1), un lot de 600 m² admet $\min\{4, \lfloor 600/150 \rfloor\} = 4$ logements, et par l'équation (8.2) une aire de plancher

de $0{,}60 \times 600 = 360\ \text{m}^2$, soit quatre logements de 90 m². Le lot est conforme au minimum de 450 m². Avant le rezonage, la grille H1 n'admettait qu'un logement : le rezonage a quadruplé la densité admissible de ce terrain.

Tableau 8.5. Extrait de la grille des usages et des normes de Val-Fictif (fictive) pour les zones H1 et H2

Norme	Zone H1	Zone H2
Habitation unifamiliale isolée	autorisée	autorisée
Habitation de 2 à 4 logements	—	autorisée
Habitation de 5 logements et plus	—	—
Logement supplémentaire intergénérationnel	conditionnel	conditionnel
Nombre maximal de logements par bâtiment	1	4
Superficie minimale du lot (m^2)	450	450
Superficie minimale de terrain par logement (m^2)	—	150
Coefficient d'occupation du sol maximal	0,45	0,60
Hauteur maximale (étages)	2	3
Marges avant / latérales / arrière (m)	6 / 2 / 9	6 / 2 / 9
Stationnement minimal (cases par logement)	1	1
Dispositions particulières	PIIA (secteur ancien)	PIIA (secteur ancien)

Source : [données synthétiques] grille fictive construite pour l'exemple ; `analysis/python/cases/ch08_zonage.py`, dictionnaire `EXEMPLE`.

8.7.2 L'effet du rezonage dans les ventes

Les 305 ventes de maisons de la zone H1 (y compris l'îlot rezoné) se répartissent en quatre cases : 134 ventes de témoins avant le rezonage et 112 après, 30 ventes de l'îlot avant et 29 après. Les 29 ventes traitées ont chacune été appariées à la vente témoin postérieure au rezonage la plus proche par la superficie habitable, la superficie du terrain, l'âge et la date, sans remise ; le prix du témoin a été ajusté au temps avec la tendance de 3 % par année et aux écarts physiques avec les élasticités et l'effet de l'âge du générateur, puis comparé au prix traité. Le tableau 8.6 résume le résultat et la figure 8.4 le détaille.

Trois enseignements ressortent. Le premier est que l'effet existe et qu'il est significatif : la différence moyenne des 29 paires est de 32 285 $, soit 9,29 % du prix témoin ajusté, avec une erreur-type de 9 533 $, et l'intervalle de confiance à 95 % de l'effet moyen, de 4,32 à 14,26 %, exclut zéro. Le deuxième est que la mesure est imprécise et asymétrique : la médiane des différences, 6,28 %, est nettement inférieure à la moyenne, parce que quelques paires de maisons anciennes présentent de grandes différences positives ; l'écart-type des différences individuelles, 51 335 $, est supérieur à l'effet lui-même, ce qui rappelle qu'une paire isolée ne prouve rien et que la équation (8.10) n'a de sens qu'en moyenne. Le troisième est que l'effet est hétérogène : les 13 maisons de 40 ans et plus se sont vendues 14,75 % au-dessus de leur témoin, les 16 maisons plus récentes 4,85 % seulement. C'est exactement la prédiction de l'équation (8.7) : la prime d'option est concentrée sur les bâtiments dont la valeur en usage est la plus faible par rapport au terrain.

La comparaison des estimateurs est instructive parce que, dans un jeu synthétique, la vérité est connue : la prime moyenne injectée sur les 29 ventes traitées est de 6,15 %. L'estimateur par paires (9,29 %) et l'estimateur 2×2 (11,19 %) la surestiment tous deux, le second davantage,

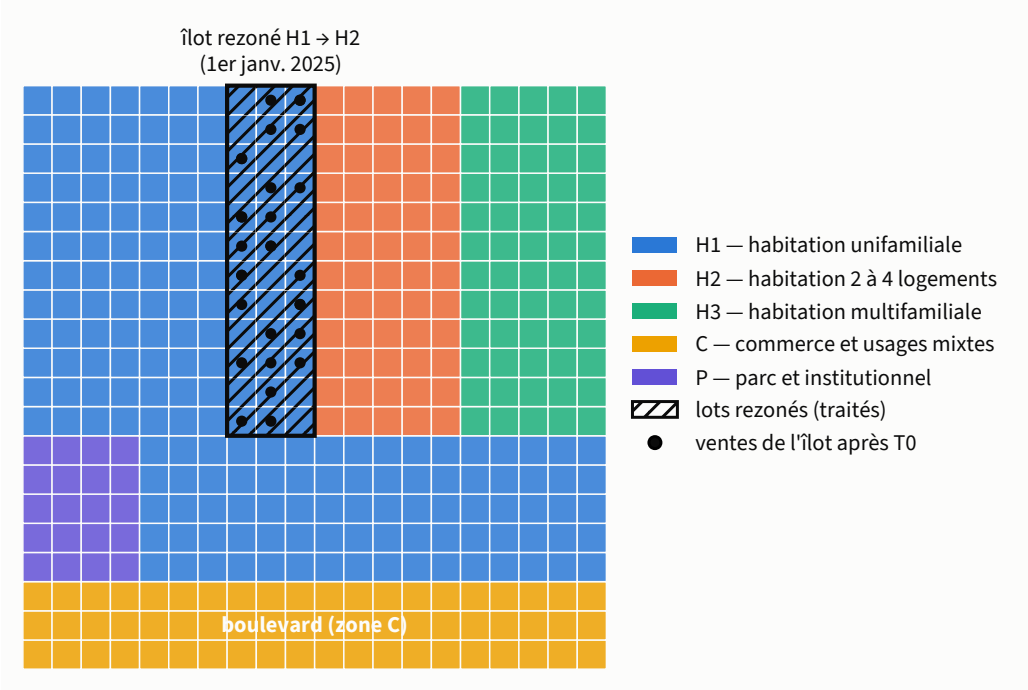


Figure 8.3. La municipalité fictive de Val-Fictif : 400 lots répartis en cinq zones, îlot de 36 lots rezoné de H1 à H2 le 1er janvier 2025 (hachures) et emplacement des 29 ventes de l'îlot conclues après le rezonage (points). La géométrie est une grille abstraite, sans correspondance avec un territoire réel.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch08_carte_zones.py`, graine 20261031.

Tableau 8.6. Effet du rezonage H1 → H2 estimé par ventes appariées et par doubles différences (données synthétiques)

Estimateur	n	Effet ($)	Effet (%)
Ventes appariées, différence moyenne	29	32 285	9,29
Ventes appariées, différence médiane	29	19 944	6,28
erreur-type de la moyenne		9 533	
intervalle à 95 % de l'effet moyen (%)			[4,32 ; 14,26]
maisons de moins de 40 ans	16		4,85
maisons de 40 ans et plus	13		14,75
Doubles différences 2×2 sur $\ln P$	305		11,19
Doubles différences par régression (équation (8.12))	305		6,79
erreur-type de $\hat{\delta}$ (en logarithme)			0,020 8
Prime moyenne injectée par le générateur (vérité)	29		6,15

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch08_zonage.py`, fonctions `apparier`, `resume_paires` et `did` ; effets en pourcentage du prix témoin ajusté (paires) ou $100\,[e^{\hat{\delta}} - 1]$ (doubles différences).

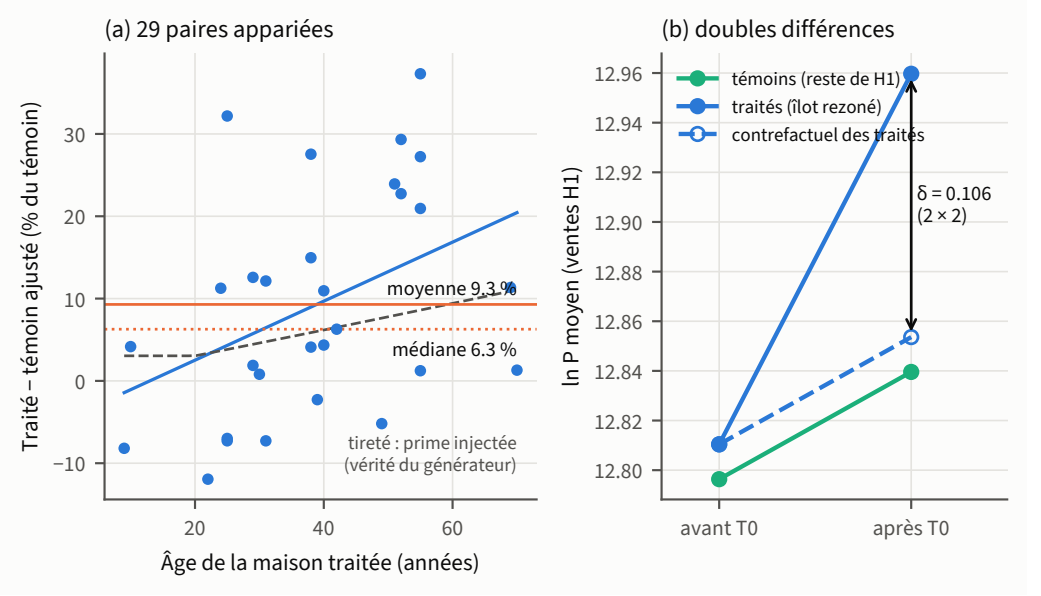


Figure 8.4. Effet du rezonage dans les ventes synthétiques. (a) Différence entre le prix de chaque vente traitée et le prix ajusté de son témoin, en pourcentage, selon l'âge de la maison : la prime croît avec l'âge, comme l'option de redéveloppement le prédit, et la dispersion des paires individuelles est grande. (b) Doubles différences 2×2 sur le logarithme des prix des ventes H1 : l'écart entre le point observé et le contrefactuel parallèle est l'estimateur de l'équation (8.11).

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch08_rezonage_paires.py`, graine 20261031.

parce que les maisons de l'îlot vendues après le rezonage se trouvent être, par le hasard du tirage, de composition différente de celles vendues avant, et que l'estimateur 2×2 ne corrige pas cette composition. La régression de l'équation (8.12), qui contrôle les superficies, l'âge et la tendance, donne $\hat{\delta} = 0{,}0657$ (erreur-type 0,0208), soit 6,79 %, à moins d'un écart-type de la vérité ; ses coefficients de contrôle retrouvent les paramètres du générateur (0,4765 pour le logarithme de la superficie habitable contre 0,50 ; 0,0308 par année pour la tendance contre 0,03 ; écart-type résiduel 0,0709 contre 0,07). Aucun de ces estimateurs n'est « le bon » dans l'absolu ; en pratique, l'évaluateur présente les paires, parce qu'elles sont lisibles et vérifiables une à une, et il les confronte à l'estimateur par régression lorsque les données le permettent, en expliquant les écarts.

8.7.3 La prime d'option de redéveloppement

La valeur résiduelle du terrain pour un quadruplex, par l'équation (8.8), repose sur les hypothèses suivantes, toutes fictives et déclarées : quatre logements de 90 m² vendus 5 800 $/m², soit une valeur brute de développement de 2 088 000 $; coûts directs de construction de 2 900 $/m², soit 1 044 000 $; coûts indirects de 12 % des coûts directs, soit 125 280 $; démolition et préparation du site 30 000 $; marge du promoteur de 15 % de la valeur brute, soit 313 200 $; financement et portage de 3 % de la valeur brute, soit 62 640 $; contribution pour fins de parcs de 10 % de la valeur du site, versée en argent ; aucune charge d'inclusion. Le tableau 8.7 détaille le calcul : le reste avant contribution est de 512 880 $, la contribution de 46 625 $ et la valeur résiduelle du terrain de 466 255 $. Comme la maison vaut 380 000 $ dans son usage actuel, la prime d'option de l'équation (8.7) est de 86 255 $, soit 22,7 % de la valeur actuelle : pour cette maison de 1958, la plus haute et meilleure utilisation est désormais la démolition et la construction d'un quadruplex, sous réserve de l'analyse complète du chapitre 41.

Tableau 8.7. Valeur résiduelle du terrain de l'exemple pour un quadruplex et prime d'option (hypothèses fictives)

Poste	Montant ($)
Valeur brute de développement (4×90 m² $\times$ 5 800 $/m²)	2 088 000
Coûts directs de construction (360 m² $\times$ 2 900 $/m²)	−1 044 000
Coûts indirects (12 % des coûts directs)	−125 280
Démolition et préparation du site	−30 000
Marge du promoteur (15 % de la valeur brute)	−313 200
Financement et portage (3 % de la valeur brute)	−62 640
Reste avant contribution pour fins de parcs	512 880
Contribution pour fins de parcs (10 % de la valeur du site)	−46 625
Valeur résiduelle du terrain V_L	466 255
Valeur de la maison dans son usage actuel V_{act}	380 000
Prime d'option de redéveloppement $\max\{0, V_L - V_{\text{act}}\}$	86 255

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch08_zonage.py`, fonction `valeur_residuelle_redeveloppement` ; la démolition est incluse dans V_L, de sorte que $D = 0$ dans l'équation (8.7).

Cette prime théorique de 22,7 % est bien supérieure à l'effet moyen de 6 à 9 % observé

dans les ventes de l'îlot. L'écart n'est pas une contradiction : la prime complète ne concerne que les maisons dont la valeur en usage est faible par rapport au terrain, ce qui exclut les maisons récentes de l'îlot ; et même pour une maison ancienne, l'acheteur type n'est pas un promoteur et ne paie pas la totalité d'une valeur qu'il faudrait réaliser en démolissant, en construisant et en vendant, avec les délais, les risques et les coûts de transaction que cela suppose. L'évaluateur doit donc choisir, et dire, quel acheteur il considère : si le marché des terrains à redévelopper est actif et que des promoteurs achètent des maisons de l'îlot pour les démolir, la valeur résiduelle est la bonne indication ; si les ventes observées sont celles d'acheteurs occupants, la prime observée dans les paires l'est. Le chapitre 20 traite de la réconciliation de telles indications.

8.7.4 Un duplex dérogatoire en zone H1 : la valeur des droits acquis

À titre de contrepoint, considérons un duplex de la zone H1 non rezonée, construit avant le règlement actuel et protégé par droits acquis. Ses deux logements se louent 1 450 $ par mois et son ratio de dépenses est de 35 %, d'où un revenu net d'exploitation de $2 \times 12 \times 1450 \times 0{,}65 = 22\,620$ $; converti en maison unifamiliale conforme, il se louerait 2 300 $ par mois avec un ratio de 30 %, soit 19 320 $. Le surplus dérogatoire est de $\Delta RNE = 3\,300$ $ par année. Avec un taux de capitalisation de 5,5 %, l'équation (8.4) donne $V_{\Delta} = 60\,000$ $ si la protection est certaine ($\lambda = 0$), 50 769 $ à $\lambda = 1$ %, 44 000 $ à $\lambda = 2$ % et 31 429 $ à $\lambda = 5$ % ; sur un horizon de 25 ans, l'équation (8.5) donne respectivement 44 830 $, 40 772 $, 37 252 $ et 29 152 $ (tableau 8.8). Si la valeur du duplex comme maison conforme est de 430 000 $ par comparaison, sa valeur avec droits acquis, pour $\lambda = 2$ %, est de 474 000 $. On remarquera que le surplus ne vaut que 10 % de la valeur conforme ; un évaluateur qui appliquerait au duplex dérogatoire le prix par logement des duplex conformes de la zone H2 le surestimerait, parce que ces derniers ne portent pas le risque d'extinction et bénéficient en outre de l'option de densification jusqu'à quatre logements.

Tableau 8.8. Valeur du surplus de revenu d'un duplex dérogatoire ($\Delta RNE = 3\,300$ $, $R = 5{,}5$ %) selon le taux de risque d'extinction des droits acquis

λ (% par an)	V_{Δ}, horizon infini ($)	V_{Δ}, horizon 25 ans ($)	$V_{\text{conf}} + V_{\Delta}$ ($)
0	60 000	44 830	490 000
1	50 769	40 772	480 769
2	44 000	37 252	474 000
5	31 429	29 152	461 429

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch08_zonage.py`, fonctions `valeur_surplus_derogatoire` et `valeur_surplus_horizon` ; $V_{\text{conf}} = 430\,000$ $ (hypothèse).

8.7.5 Contribution pour fins de parcs et lot en zone agricole

Deux applications brèves complètent l'exemple. Pour un site de 2 400 m² d'une valeur de 960 000 $ faisant l'objet d'un redéveloppement, la contribution pour fins de parcs ne peut excéder, par l'équation (8.3), 240 m² de terrain ou 96 000 $ en argent, ou une combinaison des deux de valeur équivalente ; la municipalité choisit la forme, et le promoteur inscrit ce montant dans son analyse résiduelle. Pour un lot de 5 hectares en zone agricole, d'une

valeur agricole de 15 000 $ l'hectare, soit 75 000 $, dont le propriétaire espère obtenir de la Commission l'autorisation de détacher un emplacement résidentiel d'un demi-hectare valant 90 000 $, la valeur si l'autorisation est accordée est de $90000 + 4{,}5 \times 15000 = 157\,500$ $; avec une probabilité d'autorisation de 30 %, un délai de dix-huit mois, un taux de 6 % et un coût de demande de 5 000 $, l'équation (8.6) donne une valeur attendue de 90 796 $, soit 21 % au-dessus de la valeur agricole, loin des 157 500 $ qu'un vendeur optimiste pourrait réclamer. La probabilité de 30 % est ici une hypothèse ; dans un mandat réel, elle se fonde sur les décisions antérieures de la Commission pour des lots comparables, dont les critères sont ceux de l'article 62.

8.8 Sensibilité : ce qui pèse le plus

Les effets de valeur du zonage dépendent de paramètres que l'évaluateur fixe par jugement : la probabilité et le délai d'un changement, le taux de risque d'extinction des droits acquis, le taux de capitalisation. La figure 8.5 et le tableau 8.9 en mesurent l'influence sur l'exemple.

Tableau 8.9. Prime espérée du rezonage ($) pour la maison de l'exemple, selon la probabilité p et le délai T du changement ($r = 8$ %, prime certaine et immédiate : 86 255 $)

p	$T = 0{,}5$ an	$T = 1$ an	$T = 2$ ans	$T = 3$ ans
0,25	20 750	19 966	18 487	17 118
0,50	41 499	39 933	36 975	34 236
0,75	62 249	59 899	55 462	51 354
1,00	82 998	79 865	73 949	68 472

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch08_zonage.py`, fonction `grille_attendue` ; équation (8.9) sans coût de demande.

La probabilité est le paramètre dominant de l'équation (8.9) : la prime espérée lui est proportionnelle, de sorte que passer de 75 à 50 % de chances retranche un tiers de la prime, quel que soit le délai. Le délai érode la prime au rythme du taux d'actualisation, soit environ 8 % par année ici : un délai de trois ans au lieu de six mois réduit la prime de 17 %. Pour la maison de l'exemple, un rezonage jugé probable à 75 % dans deux ans, au coût de 8 000 $ de démarches, porte la valeur attendue de 380 000 $ à 427 462 $, soit une prime espérée de 47 462 $ nette du coût ; la même maison, une fois le rezonage adopté, vaut jusqu'à 466 255 $ pour un promoteur. L'écart entre ces montants est le prix de l'incertitude réglementaire, et il est la raison pour laquelle les promoteurs préfèrent souvent acheter sous condition d'obtention du changement de zonage plutôt que ferme.

Pour les droits acquis, la sensibilité au taux de risque est convexe : les premiers points de λ coûtent le plus. Passer de 0 à 1 % de risque annuel retranche 15 % du surplus, de 1 à 2 % en retranche 13 % de plus, et la dérivée $\partial V_{\Delta}/\partial\lambda = -V_{\Delta}/(R+\lambda)$ décroît en valeur absolue à mesure que λ augmente. La conséquence pratique est qu'il importe surtout de savoir si la protection est solide ou fragile, non de distinguer finement entre deux niveaux de fragilité. Le taux de capitalisation agit dans le même sens que λ, ce qui rappelle que les deux paramètres se confondent dans un dénominateur unique : un évaluateur qui extrait du marché un taux de capitalisation sur des plex dérogatoires mesure déjà, sans le savoir, un $R + \lambda$ moyen, et il ne doit pas ajouter une seconde fois le risque d'extinction.

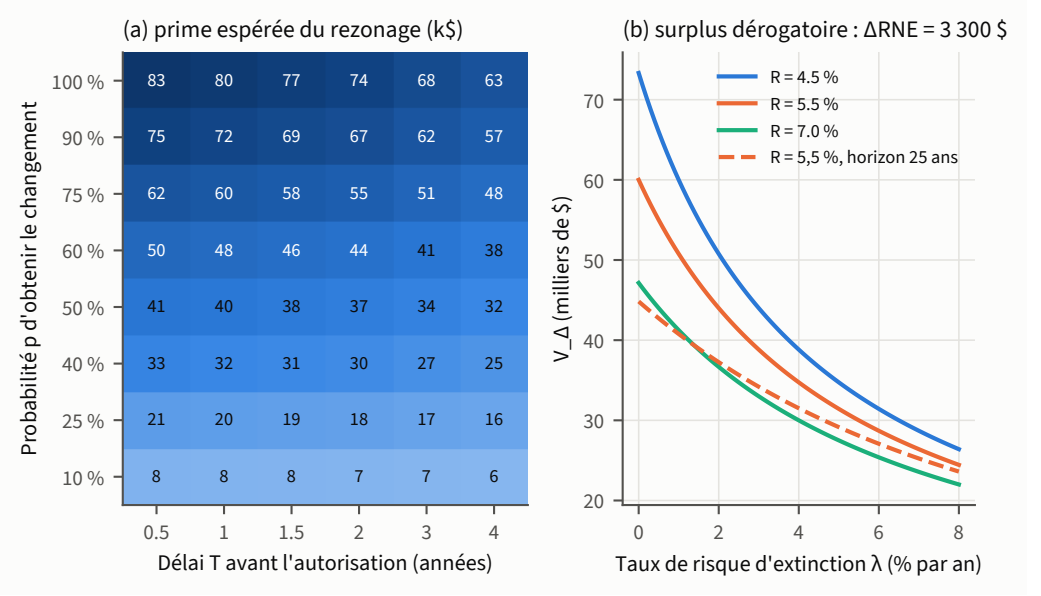


FIGURE 8.5. Sensibilité des effets de valeur du zonage. (a) Prime espérée d'un rezonage (en milliers de dollars) pour la maison de l'exemple selon la probabilité p et le délai T : la probabilité domine, le délai érode. (b) Valeur du surplus de revenu d'un duplex dérogatoire selon le taux de risque d'extinction λ, pour trois taux de capitalisation et, en tireté, sur un horizon de 25 ans : les premiers points de risque sont les plus coûteux.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch08_option_sensibilite.py`, graine 20261031.

8.9 Lire un règlement de zonage : la grille des usages et des normes

La lecture d'un règlement de zonage est une compétence pratique que les chapitres précédents supposaient acquise ; elle mérite une méthode. Le règlement se compose d'un texte, qui définit les termes, les classes d'usages et les règles générales, d'un plan de zonage, qui délimite les zones et leur attribue un code (souvent une lettre d'usage dominant et un numéro, comme « H-412 » ou « RB-27 »), et de la grille, qui condense pour chaque zone les usages et les normes. La figure 8.6 schématise une grille type. La lecture se fait en cinq étapes, résumées dans l'encadré pratique qui suit, et appliquées ici au sujet du dossier de Gatineau (cas 1) : un cottage à étages de 1998, de 165 m² habitables, sur un terrain de 620 m² dans le secteur de Hull, décrit au chapitre 16, que l'on suppose situé dans une zone fictive « H-1 » dont la grille est celle de la colonne H1 du tableau 8.5.

Lire une grille en cinq étapes

1. **Identifier la zone** du sujet sur le plan de zonage en vigueur à la date d'évaluation (et non à la date du certificat de localisation), en vérifiant les modifications récentes et les projets de modification en cours d'adoption. Pour le sujet du cas 1 : zone fictive H-1.
2. **Lire les usages autorisés** dans la colonne de la zone et les classes d'usages dans le texte ; vérifier que l'usage actuel est autorisé de plein droit, conditionnel ou

Grille des usages et des normes — zone	H-1	H-2	C-3
1. Usages autorisés (par classe)			
Habitation unifamiliale (h1)	•	•	
Habitation 2 à 4 logements (h2)		•	•
Habitation 5 logements et plus (h3)			•
Commerce de voisinage (c1)			•
2. Densité et implantation			
Logements par bâtiment (max.)	1	4	12
Terrain par logement (m^2, min.)	—	150	60
Coefficient d'occupation du sol (max.)	0,45	0,60	1,50
Hauteur (étages, min./max.)	1 / 2	1 / 3	2 / 4
Marges avant / lat. / arrière (m)	6 / 2 / 9	6 / 2 / 9	3 / 0 / 6
3. Lotissement (renvoi au règlement de lotissement)			
Superficie du lot (m^2, min.) / façade (m, min.)	450 / 15	450 / 15	600 / 20
4. Dispositions particulières			
PIIA / usages conditionnels / notes	PIIA ; (1)	PIIA ; (1)	(2)

(1) Logement supplémentaire intergénérationnel autorisé aux conditions de l'article X du règlement. (2) Habitation autorisée aux étages seulement. Grille fictive : les codes de zones, les classes d'usages et les valeurs varient d'une municipalité à l'autre.

Figure 8.6. Schéma d'une grille des usages et des normes. Les colonnes sont les zones, les lignes les usages autorisés puis les normes de densité, d'implantation et de lotissement ; les notes renvoient au texte du règlement. L'évaluateur lit la colonne de la zone du sujet du haut en bas, puis vérifie les notes.
Source : schéma de l'auteur ; grille fictive.

dérogatoire. Le cottage unifamilial est autorisé de plein droit en H-1.

3. **Vérifier la conformité du bâtiment et du lot** : lot de 620 m² contre un minimum de 450 m² ; un logement contre un maximum de un ; aire de plancher de deux étages à comparer au COS de 0,45, soit $0{,}45 \times 620 = 279\ \text{m}^2$ (le chapitre 12 rappelle que l'aire de plancher au sens du règlement se mesure selon la définition du règlement, non selon la superficie habitable) ; marges, hauteur et stationnement à confronter au certificat de localisation. Toute non-conformité est consignée avec son fondement (droits acquis, dérogation accordée, irrégularité).
4. **Mesurer le potentiel** : avec un logement sur 620 m² et un COS de 0,45, la grille H-1 ne laisse qu'un potentiel d'agrandissement ou de logement intergénérationnel conditionnel ; en H-2, le même lot admettrait $\min\{4, \lfloor 620/150 \rfloor\} = 4$ logements et 372 m² de plancher. Le potentiel est inscrit au rapport comme information, et il n'entre dans la valeur que si l'analyse du chapitre 41 conclut qu'il est financièrement faisable et que le marché le paie.
5. **Lire les notes et les règlements connexes** : PIIA, zones de contraintes, règlement de lotissement, règlement d'inclusion, règlement sur les usages conditionnels, et, hors de la LAU, la zone agricole, les milieux humides et hydriques et la liste des terrains contaminés tenue par la municipalité (Québec 1972, art. 31.68). Dater chaque

vérification et conserver les extraits au dossier.

Où trouver le zonage

Les règlements d'urbanisme sont publiés par chaque municipalité, et plusieurs grandes villes diffusent leur zonage en données ouvertes sous licence Creative Commons Attribution 4.0 sur Données Québec : la Ville de Québec publie ses zones et sa grille de spécifications (jeu « Zonage municipal — Zones », métadonnées modifiées le 4 octobre 2026) et la Ville de Gatineau son zonage et une version normalisée (jeu « Zonage », métadonnées modifiées le 24 avril 2025) (Ville de Québec 2026e ; Ville de Gatineau 2025b). Ces jeux permettent d'attribuer une zone à chaque vente d'une base de comparables et d'intégrer le zonage aux modèles hédoniques et spatiaux (chapitre 18 et chapitre 38). Ils n'ont toutefois pas de valeur légale : seule la version officielle du règlement, à la date pertinente, fait foi, et les municipalités qui ne publient pas de données ouvertes exigent une consultation du règlement lui-même, en ligne ou au bureau de l'urbanisme. L'évaluateur consigne la source, la date de consultation et, le cas échéant, le numéro du règlement et de sa dernière modification.

Erreurs fréquentes

- Évaluer un immeuble selon son usage actuel sans vérifier que cet usage est permis, ou l'évaluer selon un usage plus dense que la grille n'autorise pas en supposant qu'une dérogation mineure l'autorisera : la dérogation mineure ne porte jamais sur l'usage ni sur la densité (Québec 1979a, art. 145.1).
- Traiter les droits acquis comme une protection perpétuelle et capitaliser le surplus dérogatoire au taux des immeubles conformes ; ou, à l'inverse, ajouter un risque d'extinction à un taux déjà extrait de ventes d'immeubles dérogatoires, ce qui le compte deux fois.
- Appliquer la totalité d'une valeur résiduelle de redéveloppement à une maison dont l'acheteur type est un occupant, ou ignorer l'option de redéveloppement pour une maison ancienne dans une zone densifiée : la prime dépend de l'âge du bâtiment et du marché des acheteurs.
- Mesurer l'effet d'un rezonage par une seule paire de ventes, ou par une double différence 2×2 sans contrôle de la composition des échantillons.
- Oublier que la zone agricole domine le zonage municipal, que les zones de contraintes ferment les voies discrétionnaires, et que la contribution pour fins de parcs et le règlement d'inclusion sont des charges qui réduisent la valeur résiduelle d'un terrain.
- Lire la grille d'un règlement périmé, ou celle du certificat de localisation, au lieu de celle en vigueur à la date d'évaluation ; ne pas dater la vérification.

Limites et mises en garde

Ce chapitre décrit le droit applicable à partir du texte de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et de la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles à jour au 15 octobre 2026 ; il ne décrit pas les règlements municipaux, qui varient d'une municipalité à l'autre et que l'évaluateur doit lire pour chaque mandat, ni la jurisprudence sur les droits acquis et les dérogations, abondante et spécialisée, qui relève du conseil juridique. Plusieurs points n'ont pas été vérifiés et sont signalés comme tels : le texte de l'article 117.6 LAU sur l'évaluation du site aux fins de la contribution pour fins de parcs, celui des articles 120 et 121 LAU sur les permis conditionnels en présence de terrains contaminés, l'intitulé de la loi de 2026 (chapitre 18) qui a modifié l'article 118, le contenu détaillé de la réforme de 2023 au-delà des articles 117.1 à 117.4, les paramètres des règlements d'inclusion municipaux, les règles détaillées par classe d'intensité du nouveau cadre des zones inondables et les modifications réglementaires annoncées par la Commission de protection du territoire agricole pour 2026. Les modèles de valeur de ce chapitre (surplus dérogatoire, prime d'option pondérée, valeur attendue en zone agricole) sont des modèles d'évaluation, non des règles de droit ni des normes professionnelles : leurs paramètres relèvent du jugement de l'évaluateur et doivent être justifiés au rapport. Les résultats numériques de la section 8.7 proviennent d'une municipalité fictive dont les prix, les coûts et les loyers sont des hypothèses ; l'effet de 6 à 9 % d'un rezonage, la prime de 22,7 % et les valeurs de surplus ne décrivent aucun marché réel et ne doivent pas servir de référence. Enfin, la mesure de l'effet d'un rezonage par doubles différences suppose des tendances parallèles et l'absence d'anticipation du changement dans les ventes antérieures, deux hypothèses rarement vérifiables sur de petits échantillons ; le chapitre 36 en traite.

À retenir

- La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme organise une hiérarchie d'instruments conformes les uns aux autres (orientations, schéma, plan d'urbanisme, règlements) ; la règle applicable à un immeuble se lit dans les règlements locaux, la probabilité qu'elle change dans les niveaux supérieurs.
- Le règlement de zonage fixe les usages, la densité et l'implantation par zone (art. 113) ; le règlement de lotissement, la taille des lots (art. 115) ; le règlement de construction, les normes et les conditions de reconstruction, y compris après une perte d'au moins la moitié de la valeur (art. 118 par. 6°). La contribution pour fins de parcs est plafonnée à 10 % de la superficie ou de la valeur du site (art. 117.4).
- Les droits acquis protègent un usage dérogatoire antérieur, mais s'éteignent par abandon d'au moins six mois, par destruction ou par extension non permise ; le surplus de revenu qu'ils procurent vaut $\Delta RNE/(R+\lambda)$, où λ est le taux de risque d'extinction.
- La dérogation mineure ne porte jamais sur l'usage ni la densité ; le PPCMOI peut y déroger, au prix d'une incertitude ; aucun des deux n'est possible dans les zones de contraintes. La valeur d'un changement probable est une espérance pondérée par sa probabilité et actualisée sur son délai.

- La zone agricole domine le zonage municipal : sans autorisation de la Commission, un lot ne peut servir à une fin autre que l'agriculture (LPTAA, art. 26), et la valeur d'un usage espéré se calcule comme une espérance fondée sur les critères de l'article 62.
- Un immeuble vaut le maximum de sa valeur en usage et de la valeur résiduelle de son terrain ; un rezonage à la hausse crée une prime d'option concentrée sur les bâtiments anciens, que les ventes appariées et les doubles différences permettent de mesurer, avec une imprécision qu'il faut déclarer.
- La lecture d'une grille suit cinq étapes datées et documentées : zone, usages, conformité, potentiel, notes et règlements connexes ; les données ouvertes de zonage facilitent l'analyse mais n'ont pas valeur légale.

Exercices

Exercice 8.1 — Lecture d'une grille ★

Un terrain de 540 m² est situé dans une zone dont la grille exige un lot d'au moins 450 m², une superficie de terrain d'au moins 150 m² par logement, au plus quatre logements par bâtiment et un coefficient d'occupation du sol de 0,60. Le lot est-il conforme ? Combien de logements admet-il ? Quelle aire de plancher maximale ? Que deviendraient ces réponses si le terrain avait 430 m² ?

Exercice 8.2 — Contribution pour fins de parcs ★

Un site de 3 100 m² d'une valeur de 1 250 000 $ fait l'objet d'un redéveloppement. Calculez le maximum que la municipalité peut exiger à titre de contribution pour fins de parcs, en terrain et en argent, en vertu de l'article 117.4 LAU. La municipalité propose une cession de 155 m² et une somme de 62 500 $: cette combinaison respecte-t-elle le plafond ? Dans quelle situation la loi permet-elle de dépasser 10 % ?

Exercice 8.3 — Valeur d'un triplex dérogatoire ★★

Un triplex protégé par droits acquis dans une zone unifamiliale loue trois logements 1 250 $ par mois chacun, avec un ratio de dépenses de 38 % ; converti en maison, il se louerait 2 600 $ par mois avec un ratio de 30 %. Le taux de capitalisation des plex du secteur est de 6 %. Calculez le surplus annuel ΔRNE, puis la valeur du surplus pour un risque d'extinction nul et pour $\lambda = 3$ % (équation (8.4)), et sur un horizon de 20 ans pour $\lambda = 3$ % (équation (8.5)). Expliquez pourquoi un taux de capitalisation extrait de ventes de plex dérogatoires ne doit pas être combiné à un λ supplémentaire.

Exercice 8.4 — Doubles différences ★★

Dans une municipalité, le logarithme moyen des prix des maisons d'un îlot rezoné est passé de 12,72 avant le rezonage à 12,83 après ; celui des maisons témoins, de 12,70 à 12,76. Calculez l'estimateur 2×2 de l'équation (8.11) et convertissez-le en pourcentage. Quelle hypothèse cet estimateur suppose-t-il, et quelles différences de composition entre les quatre groupes de ventes pourraient le biaiser ? Comment la régression de l'équation (8.12) y remédie-t-elle ?

Exercice 8.5 — Lot en zone agricole ★★

Un lot de 8 hectares en zone agricole vaut 14 000 $ l'hectare pour l'agriculture. Son propriétaire demande à la Commission l'autorisation de détacher un emplacement résidentiel d'un demi-hectare qui vaudrait 110 000 $. Calculez la valeur du lot si l'autorisation est accordée (emplacement plus résidu agricole) et sa valeur attendue par l'équation (8.6) avec une probabilité de 25 %, un délai de deux ans, un taux de 6 % et un coût de demande de 6 000 $. Reprenez le calcul avec une probabilité de 50 %. Quels critères de l'article 62 LPTAA examineriez-vous pour fixer cette probabilité ?

Exercice 8.6 — Option de redéveloppement et charge d'inclusion ★★★

Une maison dont la valeur en usage est de 350 000 $ occupe un terrain rezoné pour trois logements. Hypothèses : trois logements de 95 m² vendus 5 600 $/m² ; coûts directs 2 950 $/m² ; coûts indirects 12 % ; démolition 28 000 $; marge 15 % et financement 3 % de la valeur brute ; contribution pour fins de parcs de 10 % de la valeur du site. (a) Calculez la valeur résiduelle du terrain par l'équation (8.8) et la prime d'option. (b) La municipalité impose une charge d'inclusion de 45 000 $: recalculez la valeur résiduelle et montrez que la charge se transmet au terrain divisée par $1 + \tau_{\text{parcs}}$. (c) Pour quelle valeur en usage la prime d'option devient-elle positive ? Calculez-la pour une valeur en usage de 280 000 $. (d) À l'aide du script `analysis/python/cases/ch08_zonage.py`, faites varier le prix de vente des unités neuves de ± 10 % et commentez la sensibilité de la valeur résiduelle à ce paramètre.

Exercice 8.7 — Dérivation et sensibilité du surplus dérogatoire ★★★

(a) Démontrez l'équation (8.5) en partant du flux espéré $\Delta RNE\, e^{-\lambda t}$ et vérifiez que sa limite quand $T \to \infty$ est l'équation (8.4). (b) Montrez que $\partial V_\Delta / \partial \lambda = -V_\Delta / (R + \lambda)$ et interprétez ce résultat. (c) Avec $\Delta RNE = 3\,300$ $, $R = 5{,}5$ % et $\lambda = 2$ %, calculez l'effet d'une hausse de λ de 20 points de base sur V_Δ. (d) Un règlement municipal prévoit qu'un bâtiment dérogatoire ayant perdu au moins la moitié de sa valeur doit être reconstruit conformément au règlement (art. 118 par. 6° LAU). Expliquez comment cette disposition entre dans λ et pourquoi il ne faut pas la compter une seconde fois dans R si celui-ci a

été extrait de ventes d'immeubles dérogatoires.

Pour aller plus loin

Le texte de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (Québec 1979a) et celui de la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (Québec 1978), dans leur version à jour sur LégisQuébec, restent la première lecture ; la Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions (Québec 2023a) en est la plus récente réforme d'ampleur, et le cadre réglementaire des zones inondables en vigueur depuis mars 2026 (Gouvernement du Québec 2026c) en modifie la portée pour les immeubles riverains. Sur les effets économiques de la réglementation de l'usage du sol, Glaeser et al. (2008) et Saiz (2010) montrent comment la contrainte d'offre se transmet aux prix, et Glaeser et Gyourko (2005) comment la durabilité du bâti rend ces effets asymétriques. La valeur d'option du redéveloppement est étudiée par Rosenthal et Helsley (1994), Dye et McMillen (2007) et McMillen et O'Sullivan (2013) sur les démolitions-reconstructions, par Clapp et Salavei (2010) dans les modèles hédoniques et par Munneke et Womack (2020) dans les prix des terrains ; Titman (1985), Capozza et Helsley (1990) et Cunningham (2006) en donnent le fondement en options réelles, que le chapitre 41 développe. Sur les externalités de voisinage et les usages du sol environnants au Québec, on lira Kestens et al. (2006) et Thériault et Des Rosiers (2011). Le traitement de la plus haute et meilleure utilisation et de l'analyse de développement dans la pratique nord-américaine est celui de Appraisal Institute (2026), complété par Byrne (1996) et Geltner et al. (2014) pour le risque des projets. Enfin, la décision *Ville de Sainte-Julie c. Investissements Laroda inc.* (Cour suprême du Canada 2025) illustre la rencontre du droit de l'urbanisme et de l'évaluation dans le contentieux de la contribution pour fins de parcs.

CHAPITRE 9

9

Évaluation foncière municipale et contestation

L'évaluation foncière municipale est la seule forme d'évaluation immobilière que chaque propriétaire du Québec reçoit, qu'il l'ait demandée ou non : tous les trois ans, une valeur est inscrite au rôle pour son immeuble, et cette valeur détermine sa part des taxes municipales et scolaires, l'assiette du droit de mutation lorsqu'il vend, et souvent l'ancrage psychologique des négociations lorsqu'il achète. Cette évaluation obéit pourtant à des règles qui la distinguent radicalement de l'évaluation professionnelle décrite dans le reste de l'ouvrage : elle porte sur des centaines de milliers d'unités à la fois, elle est établie à une date de référence qui précède d'un an et demi l'entrée en vigueur du rôle, elle doit tendre vers une même proportion de la valeur réelle pour toutes les unités plutôt que vers la valeur exacte de chacune, et elle est encadrée par une loi, deux règlements et un manuel dont la force obligatoire n'a pas d'équivalent dans la pratique privée. Le présent chapitre expose ce cadre, les statistiques qui servent à mesurer la qualité d'un rôle, la mécanique du compte de taxes et des droits de mutation, puis la procédure de révision et de recours. L'exemple intégral applique l'ensemble au dossier du cas 1 : une étude de ratios sur les 600 ventes du jeu synthétique de Gatineau, et deux dossiers de contestation dont l'un conclut, à l'encontre de l'intuition du propriétaire, qu'il ne faut pas contester. Les méthodes d'estimation elles-mêmes, comparaison, coût et revenu, sont celles des parties IV à VI ; ce chapitre montre comment le régime municipal les encadre et les met à l'échelle.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- situer la valeur réelle de la Loi sur la fiscalité municipale par rapport à la valeur marchande professionnelle, et identifier la date de référence au marché d'un rôle triennal et l'état de l'unité qui s'y rattache ;
- calculer une proportion médiane et un facteur comparatif selon la méthode réglementaire, en comprendre l'usage pour l'évaluation uniformisée, la taxe scolaire, les droits de mutation et la décision du Tribunal administratif du Québec ;

- mesurer le niveau et l'uniformité d'un rôle par le COD, le PRD et le PRB, interpréter les seuils de l'IAAO et les normes du Règlement sur le rôle, et reconnaître les artefacts qui faussent ces indicateurs ;
- décomposer un compte de taxes résidentiel et un droit de mutation, et en déduire l'effet marginal d'une variation de la valeur inscrite ;
- appliquer les délais exacts de la demande de révision et du recours au Tribunal, et en dresser l'échéancier pour un rôle donné ;
- monter un dossier de contestation : preuve de la valeur réelle à la date de référence, comparaison avec la proportion médiane, calcul du gain net et décision de contester ou non.

9.1 Le cadre légal : la Loi sur la fiscalité municipale

9.1.1 Le rôle triennal et ses acteurs

Le rôle d'évaluation foncière est dressé « tous les trois ans et pour trois exercices financiers municipaux consécutifs » (Québec 1979b, art. 14). Il est déposé au bureau du greffier entre le 15 août et le 15 septembre qui précèdent le premier de ces exercices, le ministre pouvant reporter l'échéance jusqu'au 1er novembre (Québec 1979b, art. 70–71) ; il entre en vigueur au début du premier exercice et « demeure en vigueur pendant tout exercice pour lequel il est fait, même s'il fait l'objet d'une demande de révision » (Québec 1979b, art. 76), ce qui signifie que les taxes sont exigibles pendant toute la durée d'une contestation. L'évaluateur qui signe le rôle doit être membre de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec (Québec 1979b, art. 22) ; le Code des professions range d'ailleurs parmi les actes réservés de l'évaluateur agréé le fait de « déterminer la valeur des biens sujets à l'évaluation conformément aux dispositions de la Loi sur la fiscalité municipale » (Québec 1973a, art. 37 j)). L'évaluateur agit pour le compte d'un organisme municipal responsable de l'évaluation, la municipalité locale, la municipalité régionale de comté ou la communauté métropolitaine selon le cas, et il doit s'assurer « au moins tous les neuf ans » de l'exactitude des données qu'il détient sur chaque unité (Québec 1979b, art. 36.1).

L'objet évalué est l'**unité d'évaluation**, définie à l'art. 34 comme « le plus grand ensemble possible d'immeubles » qui appartiennent au même propriétaire, dont les terrains sont contigus, qui sont utilisés à une même fin prédominante et qui ne peuvent normalement être cédés que globalement, « compte tenu de l'utilisation la plus probable » (Québec 1979b, art. 34). Cette définition importe à l'évaluateur privé : la valeur au rôle d'un immeuble locatif avec son stationnement, ou d'une maison et du terrain vacant contigu détenu par le même propriétaire, porte sur l'ensemble et non sur chaque lot, ce qui rend parfois incomparable la valeur inscrite et la valeur d'un seul des lots. La notion d'immeuble est elle-même plus large qu'au Code civil, puisqu'elle inclut « tout meuble, sous réserve du troisième alinéa, qui est attaché à demeure à un immeuble » (Québec 1979b, art. 1), ce qui est une première source d'écart entre valeur au rôle et prix de vente, les meubles attachés à demeure étant parfois exclus de la transaction.

9.1.2 La valeur réelle et ses conditions

Le rôle « indique la valeur de chaque unité d'évaluation, sur la base de sa valeur réelle », et les valeurs inscrites « doivent, dans l'ensemble, tendre à représenter une même proportion des valeurs réelles » (Québec 1979b, art. 42). La seconde phrase est aussi importante que la première : la loi n'exige pas que chaque unité soit inscrite à sa valeur réelle exacte, mais que le rôle, pris globalement, soit *uniforme*. C'est le fondement de l'équité horizontale entre contribuables, et c'est ce qui explique que la contestation d'une valeur individuelle se juge à l'aune de la proportion médiane du rôle plutôt qu'à celle de la valeur marchande seule, comme la section 9.6 le montrera.

Définition 9.1 : Valeur réelle (LFM, art. 43)

La valeur réelle d'une unité d'évaluation est « sa valeur d'échange sur un marché libre et ouvert à la concurrence, soit le prix le plus probable » d'une vente de gré à gré dans laquelle les parties ne sont pas obligées de conclure et sont « raisonnablement informés de l'état de l'unité d'évaluation, de l'utilisation qui peut le plus probablement en être faite et des conditions du marché » (Québec 1979b, art. 43). Lorsqu'une unité n'est pas susceptible de faire l'objet d'une vente de gré à gré, sa valeur réelle est le prix qu'une personne « serait justifiée de payer et d'exiger si elle était à la fois l'acheteur et le vendeur » (Québec 1979b, art. 44).

La définition de l'art. 43 est l'exacte parente de la valeur marchande des normes professionnelles examinée au chapitre 2 et au chapitre 16 : prix le plus probable, marché ouvert, parties informées et non contraintes. Trois précisions la complètent. L'art. 45 impose de tenir compte des avantages et désavantages de l'unité « en les considérant de façon objective », ce qui exclut la valeur subjective pour le propriétaire actuel. L'art. 45.1, dans sa rédaction issue d'une modification de 2025, répute que « le vendeur est réputé détenir tous les droits du locataire », de sorte qu'un immeuble locatif est évalué au rôle comme s'il était libre de baux, hormis les logements à loyer modique, les logements abordables conventionnés et ceux inscrits au nom d'un office d'habitation (Québec 1979b, art. 45.1) ; cette fiction est une seconde source d'écart entre la valeur au rôle d'un immeuble locatif et son prix de vente, lequel reflète les baux en place (chapitres 26, 33 et 34). L'art. 44, enfin, légitime la méthode du coût pour les immeubles à vocation unique qui n'ont pas de marché, dans la ligne tracée par la Cour suprême dans l'affaire *Sun Life* dès 1950, où la valeur réelle de la charte de Montréal fut comprise comme une valeur d'échange, et le coût de remplacement admis pour l'immeuble sans marché (Cour suprême du Canada 1950) ; ce résumé repose sur les sommaires disponibles et non sur le texte de l'arrêt, que nous n'avons pu consulter.

9.1.3 La date de référence et l'état de l'unité

La disposition la plus souvent mal citée de la loi est celle qui fixe la date de référence au marché. Elle figure au premier alinéa de l'art. 46, et non à l'art. 46.1 qui traite de l'équilibration : les valeurs inscrites sont établies « sur la base des conditions du marché et de l'état de l'unité » tels qu'ils existent « le 1er juillet du deuxième exercice financier qui précède le premier de ceux pour lesquels le rôle est fait », ainsi que de l'utilisation qui, à cette date, est la plus probable (Québec 1979b, art. 46 al. 1). Un rôle couvrant les exercices 2026, 2027 et 2028 est

donc établi au 1er juillet 2024 ; un rôle 2027-2029, au 1er juillet 2025. La figure 9.1 situe cette date dans le cycle complet, et le tableau 9.1 donne les rôles en vigueur dans les trois villes des dossiers de cas.

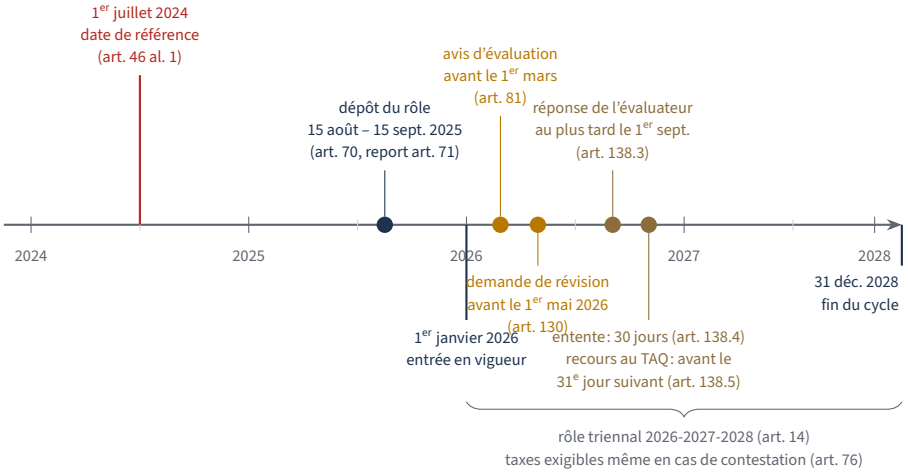


Figure 9.1. Chronologie d'un rôle triennal dont la date de référence au marché est le 1er juillet 2024 : dix-huit mois séparent cette date de l'entrée en vigueur, et quatre ans et demi la séparent du dernier jour du cycle. Les jalons de la révision sont ceux du régime général (art. 130, 138.3 à 138.5) ; les reports possibles sont indiqués au tableau 9.6.
Source : schéma de l'auteur d'après la Loi sur la fiscalité municipale, RLRQ, c. F-2.1, à jour au 15 octobre 2026.

La date de référence a trois conséquences pratiques. D'abord, la valeur au rôle est toujours « en retard » sur le marché : à la fin d'un cycle, elle décrit des conditions vieilles de quatre ans et demi, et dans un marché qui progresse de 4 à 5 % par an, le prix de vente d'une maison dépasse alors sa valeur au rôle d'une quinzaine de pour cent sans qu'il y ait la moindre erreur d'évaluation. JLR relevait ainsi, pour la partie québécoise de la RMR d'Ottawa-Gatineau en août 2026, sous un rôle dont la référence était le 1er juillet 2022, un ratio prix de vente sur évaluation municipale de 111 % pour les unifamiliales (JLR 2026b). Ensuite, l'état de l'unité est lui aussi figé à la date de référence : l'art. 46 al. 3 précise que cet état « comprend, outre son état physique, sa situation au point de vue économique et juridique » et l'environnement, ce qui fait entrer le zonage, les servitudes, la contamination et les nuisances dans la valeur réelle (chapitres 8 et 43). Seuls les événements énumérés à l'art. 174, comme un incendie, des travaux substantiellement terminés ou une nouvelle restriction juridique, autorisent une modification en cours de cycle, et l'état est alors apprécié « immédiatement après l'événement » tandis que les conditions du marché restent celles de la date de référence (Québec 1979b, art. 46 al. 2 et 174). Enfin, l'al. 5 de l'art. 46 permet de tenir compte « des transferts de propriété survenus avant et après cette date », ce qui autorise l'évaluateur, et le contribuable qui conteste, à utiliser des ventes postérieures au 1er juillet, pourvu qu'elles soient ramenées aux conditions du marché de cette date.

L'**équilibration**, prévue à l'art. 46.1, est l'opération par laquelle l'évaluateur modifie « tout ou partie des valeurs inscrites au rôle en vigueur dans le but d'éliminer le plus possible les écarts entre les proportions » ; elle est obligatoire à chaque rôle, sauf pour une municipalité de moins de 5 000 habitants dont le rôle en vigueur résultait déjà d'une équilibration (Québec

Tableau 9.1. Rôles d'évaluation en vigueur dans les trois villes des dossiers de cas (état au 31 octobre 2026)

Ville	Rôle	Date de référence (art. 46 al. 1)	Variation moyenne des valeurs	Dépôt
Montréal	2026-2027-2028	2024-07-01	agglomération +12,2 % ; résidentiel de cinq logements ou moins +9,6 % ; six logements ou plus +10,9 % ; 514 614 unités, 610,1 G$	2025-09-10
Québec	2025-2026-2027	2023-07-01	+23,5 % toutes catégories (source de presse) ; résidentiel toutes catégories +27 %	sept. 2024
Gatineau	2027-2028-2029, en vigueur le 2027-01-01 (rôle 2024-2026 jusqu'au 2026-12-31)	2025-07-01 (2022-07-01 pour le rôle 2024-2026)	unifamiliales et copropriétés +7,79 % ; médiane unifamiliale 454 600 → 495 800 $ (+9,06 %) ; 103 355 propriétés, 76,45 G$	2026-10-27

Source : Ville de Montréal (2025b), Ville de Québec (2024) et Ville de Gatineau (2026d) ; statistiques de presse pour Québec et pour le détail de Gatineau (sources/notes-E.md), consultées le 2026-10-31 ; le dépôt de Gatineau après le 15 septembre relève du report de l'art. 71.

1979b, art. 46.1). En pratique, l'équilibration est la réévaluation générale triennale, et le Règlement sur le rôle lui impose des résultats mesurables, que la section suivante expose.

9.2 Proportion médiane, facteur comparatif et uniformité

9.2.1 La proportion médiane et son usage

Pour chaque exercice, l'évaluateur « établit à quelle proportion médiane de la valeur foncière réelle des unités d'évaluation correspondent les valeurs inscrites au rôle » et indique « le facteur comparatif du rôle qui est l'inverse de la proportion médiane » (Québec 1979b, art. 264). La proportion est soumise au ministre, et si celle que mesure l'évaluateur « diffère de plus de 2,5 % de celle mesurée par le ministre », c'est la mesure ministérielle qui prévaut ; la proportion et le facteur du premier exercice sont inscrits sur l'avis d'évaluation, et c'est le facteur du premier exercice qui sert à l'uniformisation aux fins scolaires (Québec 1979b, art. 264 al. 4, 8 et 9). Les définitions sont simples. Pour une vente i d'une unité dont la valeur inscrite est V_i et le prix, ramené aux conditions du marché de la date de référence, est P_i^*, le **ratio** est

$$r_i = \frac{V_i}{P_i^*}, \tag{9.1}$$

la **proportion médiane** est la médiane des ratios d'un échantillon épuré de n ventes, et le **facteur comparatif** en est l'inverse :

$$\mathrm{PM} = \mathrm{méd}\{r_1, \dots, r_n\}, \qquad F = \frac{1}{\mathrm{PM}}. \tag{9.2}$$

L'**évaluation uniformisée** d'une unité est sa valeur inscrite multipliée par le facteur, $V^u = F\,V$; elle ramène toutes les municipalités du Québec à un niveau commun de 100 %

de la valeur réelle, ce qui permet de comparer leurs richesses foncières et de répartir des charges intermunicipales, et elle sert d'assiette à la taxe scolaire (section 9.5). Le même facteur intervient dans les droits de mutation et, de façon décisive, dans la décision du Tribunal administratif du Québec : l'art. 147 dispose que la valeur à inscrire s'obtient « en divisant la valeur réelle » établie par le Tribunal « par le facteur du rôle déterminé en vertu de l'article 264 pour le premier des exercices », et que le Tribunal « peut fixer une valeur inférieure ou supérieure à celles proposées par les parties » (Québec 1979b, art. 147) :

$$V^{\text{inscr}} = \frac{V^{\text{réelle}}}{F} = \text{PM} \times V^{\text{réelle}}. \tag{9.3}$$

Cette équation dit qu'un contribuable dont la valeur inscrite correspond exactement à sa valeur réelle, dans un rôle dont la proportion médiane est de 92 %, est *surévalué* de 8 % par rapport à ses voisins et a droit à une réduction ; inversement, celui dont le ratio personnel est inférieur à la proportion médiane s'expose, en contestant, à une hausse. La section 9.7 en tire les conséquences.

Où trouver la proportion médiane

La page « À propos de la proportion médiane » du gouvernement du Québec et l'outil « Trouver la proportion médiane d'un rôle d'évaluation » permettent la recherche par municipalité, MRC ou communauté métropolitaine ; la lettre d'approbation ministérielle « a préséance » sur la liste affichée (Gouvernement du Québec 2026a ; Gouvernement du Québec 2026o). L'outil est protégé contre l'interrogation automatisée et aucun fichier téléchargeable global n'a été repéré sur Québec.ca ni sur Données Québec, de sorte que les proportions médianes officielles de Montréal, de Québec et de Gatineau n'ont pas été vérifiées directement pour cet ouvrage. Deux valeurs ont été déduites des facteurs comparatifs publiés par les villes aux fins des droits de mutation : Montréal affiche un facteur de 1,00 pour 2026, première année de son rôle, soit une proportion médiane de 100 % (Ville de Montréal 2026b) ; Gatineau affiche des facteurs de 1,00 pour 2024, 0,98 pour 2025 et 1,02 pour 2026, soit des proportions d'environ 100 %, 102 % et 98 % au fil de son rôle 2024-2026 (Ville de Gatineau 2026b). Le facteur de Québec n'a pas été trouvé. Le lecteur consultera l'outil officiel avant tout usage.

9.2.2 La méthode réglementaire

Le Règlement sur la proportion médiane du rôle d'évaluation foncière (RLRQ, c. F-2.1, r. 10) codifie la constitution de l'échantillon et le calcul (Québec 1993a). Une vente est un transfert pour un prix « égal ou supérieur à 5 000 $ », seuil introduit en 2025 (art. 2). La taille de la liste de base dépend du nombre N d'unités au sommaire du rôle (art. 5) :

$$n_{\text{base}} = \max\left\{30,\ \frac{N}{15{,}5 + 0{,}001\,N}\right\}, \tag{9.4}$$

ce qui donne 61 ventes pour une municipalité de 1 000 unités, 393 pour 10 000 unités, 870 pour les 103 355 propriétés de Gatineau et 971 pour les 514 614 unités de l'agglomération de Montréal ; la fraction de ventes retenues décroît donc fortement avec la taille, parce que la précision d'une médiane dépend du nombre absolu d'observations et non de leur

proportion. Les ventes sont celles conclues au cours du deuxième exercice précédant le rôle, échantillonnées à intervalle régulier dans la liste chronologique (art. 6), et complétées au besoin par des ventes antérieures sans remonter au-delà du quatrième exercice précédent (art. 7) ; la part des terrains vagues est plafonnée en proportion de leur poids dans le rôle (art. 8 à 10). Chaque prix est ramené aux conditions du marché au 1er juillet du deuxième exercice précédent, ou la vente est exclue si elle ne correspond pas raisonnablement à la valeur réelle (art. 11 à 13). Les ratios sont calculés à deux décimales, en pourcentage, puis épurés : sont retirés ceux qui sortent de l'intervalle

$$[\text{méd}(r) - 2\,s_r\ ;\ \text{méd}(r) + 2\,s_r]\,, \qquad s_r^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(r_i - \text{méd}(r))^2\,, \tag{9.5}$$

où l'écart-type est calculé autour de la médiane, et non de la moyenne, avec $n - 1$ au dénominateur (art. 15 et 16). La proportion médiane est la médiane des ratios restants (art. 18 et 19), avec une pondération par catégories d'immeubles lorsque la liste est incomplète ou lorsque la médiane est inférieure ou égale à 50 % avec moins de 30 ventes (art. 19 al. 2 et 20). Ces règles, conçues pour des milliers d'unités, ont un pendant direct dans la pratique privée : la vérification des ventes, l'ajustement temporel et l'exclusion des transactions atypiques du chapitre 16 procèdent du même souci de ne mesurer le marché que sur des ventes qui en sont représentatives.

9.2.3 Les normes du Règlement sur le rôle

Le Règlement sur le rôle d'évaluation foncière (RLRQ, c. F-2.1, r. 13) fixe deux normes de résultat pour un rôle issu d'une équilibration (Québec 1994). La première porte sur le niveau : « La proportion médiane d'un rôle résultant d'une équilibration doit être d'au moins 95 % et d'au plus 105 % » (art. 13 al. 2). La seconde porte sur l'uniformité et s'exprime par l'**écart type relatif à la médiane**, calculé selon l'annexe III en sept opérations : ratio de chaque vente, écart à la médiane, carré, somme, division par $n - 1$, racine carrée, division par la médiane,

$$\text{ETR} = \frac{s_r}{\text{méd}(r)}, \tag{9.6}$$

où s_r est l'écart-type autour de la médiane de l'équation (9.5). Le plafond admis dépend de l'indice de concentration résidentielle unifamiliale de la municipalité : 36 % lorsque l'indice est inférieur à 20 %, 31 % entre 20 et 40 %, 25 % entre 40 et 60 %, 19 % entre 60 et 80 % et 14 % à partir de 80 % (art. 14 al. 1) ; la norme ne s'applique pas lorsque moins de 30 ventes d'au moins 5 000 $ sont disponibles sur les deuxième, troisième et quatrième exercices précédents. Plus le parc est homogène, plus l'uniformité exigée est grande, ce qui est cohérent avec la gradation des seuils de l'IAAO présentée à la section 9.4. On notera que l'écart type relatif est une mesure de dispersion *relative* comme le COD, mais fondée sur les carrés plutôt que sur les valeurs absolues ; pour une distribution normale des ratios, le COD vaut environ 80 % de l'écart type relatif exprimé en pourcentage, et la comparaison des deux indicateurs sur un même échantillon, faite à la section 9.8, illustre cette relation.

9.3 Le Manuel d'évaluation foncière du Québec

Le Règlement sur le rôle renvoie au « Manuel d'évaluation foncière du Québec publié sur le site Internet du ministère » et dispose que « Tout renvoi au Manuel signifie que l'évaluateur

doit se conformer aux consignes qui y sont énoncées » (Québec 1994, art. 1–2). Ce renvoi est autorisé par l'art. 263 par. 1° de la loi, à la condition que le ministre donne avis à la *Gazette officielle* de chaque mise à jour, ce qui est fait chaque été ; la mise à jour de l'édition 2026 a été annoncée le 11 juillet 2026 et cette édition s'applique aux rôles entrant en vigueur le 1er janvier 2027 (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026 ; Gouvernement du Québec 2025a). Le **MEFQ** est donc un document normatif, et non un simple guide : l'évaluateur municipal est tenu d'en suivre les consignes, ce qui n'a pas d'équivalent pour l'évaluateur privé, dont les normes de pratique laissent le choix motivé des méthodes.

Le Manuel compte cinq parties et vingt sous-parties (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2022b). La partie 1 expose le processus de traitement (principes et concepts, évaluation foncière et fiscalité, confection et tenue à jour) ; la partie 2 décrit les fichiers permanents : fichier des mutations immobilières (2A), système d'information géographique (2B), dossiers de propriété (2C) et fichier des unités de voisinage (2D) ; la partie 3 décrit le processus d'évaluation proprement dit : mesure des taux de variation du marché (3A), équilibration (3B), méthode de comparaison (3C), méthode du revenu (3D), méthode du coût (3E) et conciliation des indications de valeur (3F) ; la partie 4 traite de la synthèse des résultats (répartitions fiscales, rôle, sommaire) et la partie 5 de la continuité du rôle (proportion médiane, indicateurs de performance, révision administrative, tenue à jour). Le règlement précise les obligations attachées à chacun de ces fichiers et processus : conservation des ventes pendant au moins quatre ans au fichier des mutations (art. 3), dossier de propriété « formé de renseignements administratifs, de renseignements descriptifs et de résultats d'évaluation » (art. 4), unités de voisinage (art. 5), application de « la méthode la plus pertinente ou les méthodes les plus pertinentes » parmi la comparaison, le revenu et le coût (art. 8), puis conciliation (art. 9) (Québec 1994). Le dossier de propriété est accessible au propriétaire ou à l'occupant de l'immeuble qu'il concerne (Québec 1979b, art. 78–79), et sa lecture est le premier geste d'une contestation : une erreur de superficie, d'année de construction ou de nombre de logements s'y repère immédiatement.

Trois points méritent l'attention de l'évaluateur privé. Premièrement, les superficies du Manuel sont des mesures *brutes* prises « à la face externe des murs » : l'aire au sol est la projection au sol de tous les étages et sous-sols, et l'aire des étages exclut mezzanines et attiques, un étage étant compté dès que son plancher n'est pas plus bas que 0,4 m sous le niveau moyen du sol (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* 2026). Ces conventions diffèrent de la superficie habitable des fiches de courtage et des normes de mesurage professionnelles, et le chapitre 12 en détaille les écarts ; comparer un prix au mètre carré du rôle à un prix au mètre carré habitable est une erreur fréquente. Deuxièmement, la partie 3E contient des barèmes de coûts unitaires par classe de bâtiment, que les chapitres 21 à 24 commentent sans les reproduire. Troisièmement, le Manuel est librement consultable et téléchargeable, mais il n'est pas diffusé sous licence ouverte : la politique de droit d'auteur du gouvernement interdit d'en reproduire les contenus sans autorisation préalable, et le présent ouvrage se borne à le citer et à y renvoyer (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026). À l'inverse, les *données* du rôle sont ouvertes : le règlement autorise le ministre à diffuser « en format ouvert » les renseignements du rôle sans nom ni adresse des propriétaires (art. 20 al. 3), et le jeu « Rôle d'évaluation foncière du Québec » de Données Québec, sous licence Creative Commons Attribution 4.0, regroupe 1 140 fichiers XML couvrant l'ensemble des municipalités, avec

des versions géoréférencées, les cadastres, noms et adresses postales étant caviardés et toute réidentification interdite (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a). Le chapitre 13 en décrit l'exploitation.

9.4 L'évaluation de masse et ses indicateurs de qualité

9.4.1 Des modèles pour des centaines de milliers d'unités

L'**évaluation de masse** (*mass appraisal*) est l'évaluation systématique d'un ensemble d'immeubles à une même date, par des procédures normalisées et des modèles statistiques, suivie de tests de qualité (International Association of Assessing Officers 2025). Elle ne diffère pas de l'évaluation individuelle par ses principes, substitution, anticipation et contribution restent les mêmes, mais par son échelle, qui interdit l'inspection et la sélection manuelle de comparables pour chaque unité, et par son objectif, qui est l'uniformité du rôle plutôt que la précision de chaque valeur. Gloudemans et Almy (2011) en donnent le traitement de référence : stratification du territoire en unités de voisinage homogènes, spécification de modèles additifs, multiplicatifs ou hybrides reliant le prix aux caractéristiques, calibrage par régression sur les ventes, application aux unités non vendues, puis étude de ratios pour vérifier le niveau et l'uniformité du résultat. Les modèles hédoniques du chapitre 18 sont l'outil central de ce calibrage ; les méthodes d'apprentissage automatique du chapitre 37 les concurrencent aujourd'hui, et McCluskey et al. (2013) comme Hong et al. (2020) comparent leur précision prédictive à celle des régressions classiques en contexte d'évaluation de masse. Au Québec, le Manuel organise ce processus autour des unités de voisinage, des taux de variation du marché et de la conciliation des trois méthodes, et Des Rosiers et Thériault (2008) ont décrit la modélisation hédonique des externalités urbaines dans le contexte de l'évaluation de masse québécoise, dans l'ouvrage collectif dirigé par Kauko et d'Amato (2008).

Un modèle d'évaluation de masse n'est jamais parfait, et sa qualité se mesure sur les ventes : l'**étude de ratios** compare, pour chaque vente, la valeur produite par le modèle au prix observé. Trois propriétés sont examinées. Le *niveau* est la tendance centrale des ratios, mesurée par la médiane ; c'est la proportion médiane de la section précédente. L'*uniformité horizontale* est la dispersion des ratios autour de ce niveau : deux immeubles de même valeur doivent avoir des ratios voisins. L'*uniformité verticale* est l'absence de relation entre le ratio et la valeur : les immeubles chers ne doivent pas être systématiquement sous-évalués ou surévalués par rapport aux immeubles modestes. Le Standard on Ratio Studies de l'IAAO fixe les statistiques et les seuils correspondants (International Association of Assessing Officers 2013).

9.4.2 COD, PRD et PRB

Les trois statistiques de l'étude de ratios

Soit n ventes de ratios $r_i = V_i / P_i^*$, de médiane $\tilde{r}$. Le **coefficient de dispersion** (COD, *coefficient of dispersion*) est l'écart absolu moyen à la médiane, en pourcentage de

celle-ci :

$$\mathrm{COD} = \frac{100}{\tilde{r}} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} |r_i - \tilde{r}| \,. \tag{9.7}$$

Le **différentiel lié au prix** (PRD, *price-related differential*) est le rapport entre la moyenne simple des ratios et le ratio pondéré par les prix, c'est-à-dire la somme des valeurs sur la somme des prix :

$$\mathrm{PRD} = \frac{\dfrac{1}{n} \displaystyle\sum_{i=1}^{n} r_i}{\dfrac{\sum_i V_i}{\sum_i P_i^*}}. \tag{9.8}$$

Le **biais lié au prix** (PRB, *price-related bias*) est la pente b_1 de la régression des écarts relatifs à la médiane sur le logarithme en base 2 d'une valeur proxy qui combine valeur et prix :

$$\frac{r_i - \tilde{r}}{\tilde{r}} = b_0 + b_1 \log_2\!\left(\frac{V_i/\tilde{r} + P_i^*}{2}\right) + u_i. \tag{9.9}$$

Le COD mesure l'uniformité horizontale. Un COD de 10 signifie que le ratio d'une vente typique s'écarte de 10 % de la médiane ; l'écart absolu moyen est préféré à l'écart-type parce qu'il est moins sensible aux ratios extrêmes. Le PRD mesure l'uniformité verticale par une astuce de pondération : le ratio pondéré par les prix accorde plus de poids aux immeubles chers, de sorte que si ceux-ci sont sous-évalués (ratios faibles), le dénominateur est inférieur à la moyenne simple et le PRD dépasse 1 ; un rôle **régressif**, qui sous-évalue les immeubles chers par rapport aux modestes, a un PRD supérieur à 1, et un rôle **progressif** un PRD inférieur à 1. Le PRB, introduit plus récemment par Gloudemans, mesure la même chose par une régression : une pente b_1 de $-0{,}03$ signifie que le ratio baisse de 3 % chaque fois que la valeur double. L'interprétation du PRB est plus directe que celle du PRD et son erreur-type permet un test de signification ; l'usage d'une valeur proxy mêlant valeur et prix, plutôt que du seul prix, vise à atténuer le biais que crée l'erreur de mesure de l'une ou l'autre variable lorsqu'elle figure à la fois dans le ratio et dans le régresseur, mais il ne l'élimine pas, comme la section 9.8 le montrera.

Proposition 9.1 : Régressivité et PRD

Si la valeur inscrite est reliée à la valeur réelle par $V = c\,P^{\gamma}$ avec $\gamma < 1$, le ratio $r = c\,P^{\gamma-1}$ est une fonction décroissante du prix et le PRD est strictement supérieur à 1 dès que les prix ne sont pas tous égaux.

Démonstration. Le ratio pondéré s'écrit $\sum_i V_i / \sum_i P_i = \sum_i w_i r_i$ avec $w_i = P_i / \sum_j P_j$: c'est une moyenne des ratios pondérée par les prix. La différence entre la moyenne simple et cette moyenne pondérée vaut $\frac{1}{n}\sum_i r_i - \sum_i w_i r_i = -\sum_i (w_i - \frac{1}{n}) r_i = -\frac{1}{\bar{P}} \operatorname{Cov}(P, r)$, où $\bar{P}$ est le prix moyen et la covariance est empirique. Lorsque r décroît avec P, la covariance est négative, la moyenne simple dépasse la moyenne pondérée et le PRD excède 1 ; elle est nulle lorsque tous les prix sont égaux ou lorsque $\gamma = 1$. □

La démonstration révèle aussi la faiblesse du PRD : il dépend de la covariance entre prix et ratio, donc de la dispersion des prix dans l'échantillon, et un même degré de régressivité produit un PRD plus élevé dans une municipalité où coexistent des maisons de 200 000 $ et de 2 000 000 $ que dans une banlieue homogène. Le PRB corrige partiellement ce défaut en rapportant l'écart de ratio au logarithme de la valeur.

9.4.3 Les seuils de l'IAAO et leur lecture

Le tableau 9.2 rapporte les seuils du Standard on Ratio Studies. Les plages de COD dépendent du type d'immeuble et de l'homogénéité du secteur : de 5 à 10 pour l'unifamilial de secteurs récents ou homogènes, de 5 à 15 pour les secteurs anciens ou hétérogènes, de 5 à 20 pour les autres résidentiels, catégorie qui inclut les immeubles de deux à quatre logements, et de 5 à 15 ou 5 à 20 pour les immeubles à revenus selon la taille des secteurs et des échantillons ; les immeubles de cinq logements et plus relèvent des immeubles à revenus (International Association of Assessing Officers 2013). Le niveau d'évaluation doit se situer entre 0,90 et 1,10 ; le PRD « should be between 0.98 and 1.03 » et le PRB « should fall between −0.05 and 0.05 », un intervalle de confiance à 95 % du PRB qui sort de −0,10 à 0,10 signalant une iniquité verticale inacceptable. La borne inférieure du COD surprend souvent : un COD inférieur à 5 « may indicate sales chasing », c'est-à-dire la pratique consistant à ajuster la valeur des seules unités vendues à leur prix de vente, ce qui fabrique une uniformité apparente sur les ventes sans améliorer la valeur des unités non vendues. Il faut enfin noter que le document de 2013 était, à l'automne 2026, annoncé comme « temporairement indisponible » sur le site de l'IAAO pendant la finalisation d'une révision, et que le Standard on Mass Appraisal a été révisé en 2025 ; les seuils ci-dessus sont ceux de l'édition de 2013 et pourraient évoluer (International Association of Assessing Officers 2013 ; International Association of Assessing Officers 2025). Le Standard on Automated Valuation Models renvoie aux mêmes seuils pour l'évaluation des modèles automatisés (International Association of Assessing Officers 2018).

9.5 La taxation : taux variés, taxe scolaire et droits de mutation

9.5.1 La taxe foncière générale et les taux variés

« Un immeuble porté au rôle d'évaluation foncière est imposable et sa valeur imposable est celle inscrite au rôle » (Québec 1979b, art. 203), sous réserve des exemptions de l'art. 204 au bénéfice de l'État, de la Couronne fédérale, des municipalités et d'autres organismes, l'occupant non exempt d'un immeuble de l'État demeurant imposable (art. 208). L'interprétation de ces exemptions a longtemps été strictement restrictive ; la Cour suprême, dans l'affaire *Notre-Dame de Bon-Secours* en 1994, y a substitué les règles ordinaires d'interprétation des lois fiscales (Cour suprême du Canada 1994), résumé que nous donnons d'après des sources secondaires. Depuis le régime des **taux variés** (art. 244.29 et suivants), une municipalité peut fixer plusieurs taux de la taxe foncière générale selon les catégories d'immeubles : non résidentiels, industriels, terrains vagues desservis, forestiers, agricoles et la catégorie résiduelle, « une unité d'évaluation peut appartenir à plusieurs catégories » (Québec 1979b, art. 244.30). Le taux de base est « le taux particulier à la catégorie résiduelle » (art. 244.38), c'est-à-dire le taux résidentiel usuel ; une sous-catégorie des immeubles de six logements ou plus peut recevoir un taux distinct, ce que font Québec et Gatineau. Les immeubles

Tableau 9.2. Seuils d'uniformité du Standard on Ratio Studies de l'IAAO (2013) et normes québécoises correspondantes

Indicateur	Seuil IAAO	Norme québécoise (r. 13)
Niveau (médiane des ratios)	entre 0,90 et 1,10	proportion médiane entre 95 % et 105 % après équilibration (art. 13)
COD, unifamilial, secteurs récents ou homogènes	5,0 à 10,0	—
COD, unifamilial, secteurs anciens ou hétérogènes	5,0 à 15,0	écart type relatif à la médiane $\leq$ 14 % si l'indice de concentration unifamiliale $\geq$ 80 % (art. 14)
COD, autres résidentiels (dont 2 à 4 logements)	5,0 à 20,0	plafonds de 19, 25, 31 ou 36 % selon l'indice (art. 14)
COD, immeubles à revenus	5,0 à 15,0 (grands échantillons) ; 5,0 à 20,0 (petits)	idem
COD, terrains vacants	5,0 à 25,0	—
PRD	0,98 à 1,03	—
PRB	$-0{,}05$ à 0,05 ; IC à 95 % dans $[-0{,}10; 0{,}10]$	—

Source : International Association of Assessing Officers (2013), table 1-3 et § 9.2.7 (révision en cours en 2026) ; Québec (1994), art. 13 et 14. Le règlement québécois ne prévoit pas d'indicateur d'uniformité verticale.

mixtes sont répartis en classes 1A (moins de 0,5 % de valeur non résidentielle) à 10 (100 %) selon la part non résidentielle de leur valeur (art. 244.32), ce qui détermine la fraction de la valeur taxée au taux non résidentiel pour un plex avec un commerce au rez-de-chaussée (chapitre 32). Le coefficient entre le taux non résidentiel et le taux de base ne peut dépasser 4,5 dans une municipalité de moins de 5 000 habitants et 5 dans les autres, sous réserve de règles particulières (art. 244.44 et suivants) ; le taux des terrains vagues desservis peut atteindre le quadruple du taux de base (art. 244.49), et celui des immeubles agricoles se situe entre 66,6 % et 100 % du taux de base (art. 244.49.0.1). Un terrain vague desservi est un terrain sans bâtiment, ou dont les bâtiments valent moins de 10 % de la valeur du terrain, desservi par l'aqueduc et l'égout sanitaire (art. 244.36) ; la qualification d'un terrain sur lequel un immeuble est en construction est précisément l'objet de l'affaire *Jardins de Vérone*, où la Cour d'appel a rétabli la décision du Tribunal favorable au contribuable et dont la Cour suprême, qui a entendu le pourvoi le 12 mai 2026, n'avait pas encore rendu l'arrêt au moment d'écrire (Cour d'appel du Québec 2025) ; le lecteur vérifiera l'issue de ce dossier.

Au compte de taxes s'ajoutent des taxes spéciales (service de la dette, transport en commun), des taxes de secteur et des tarifications par logement (matières résiduelles, eau), qui ne dépendent pas de la valeur. Le compte de taxes municipal et scolaire d'une résidence s'écrit donc

$$T = \sum_{k} \tau_k \, V + \tau_s \max(F\,V - E,\ 0) + C, \tag{9.10}$$

où les τ_k sont les taux ad valorem municipaux (taxe générale de la catégorie, taxes spéciales, taxes de secteur, nets des crédits), τ_s le taux de la taxe scolaire, FV l'évaluation uniformisée, E la tranche exemptée et C la somme des tarifications fixes. La dérivée du compte par rapport à

la valeur inscrite, $\partial T / \partial V = \sum_k \tau_k + F\tau_s$, est le **taux marginal** que toute contestation cherche à appliquer à la réduction de valeur obtenue ; les tarifications fixes n'y entrent pas.

9.5.2 La taxe scolaire

La taxe scolaire est régie par la Loi sur l'instruction publique : elle est imposée à un taux unique pour tout le Québec, fixé par le ministre et publié à la *Gazette officielle*, « sur la valeur de l'évaluation uniformisée ajustée de l'immeuble qui excède 25 000 $ », avec un maximum de 0,35 $ par 100 $ (Québec 1988, art. 303 à 303.6). Le taux était de 0,08423 $ par 100 $ pour l'année scolaire 2025-2026 (Ministre de l'Éducation 2025) et de 0,07899 $ pour 2026-2027, cette dernière valeur ayant été lue dans un communiqué de centre de services scolaire et non dans l'avis officiel (Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026). L'assiette est l'évaluation uniformisée, ce qui neutralise les différences de proportion médiane entre municipalités : deux maisons de même valeur réelle paient la même taxe scolaire quel que soit le niveau de leur rôle respectif. L'« ajustement » de l'évaluation uniformisée, qui lisse l'effet d'un nouveau rôle, n'est pas détaillé ici et les calculs de ce chapitre retiennent l'évaluation uniformisée sans ajustement, ce qui est signalé dans les limites.

9.5.3 Les taux 2026 de Québec, Gatineau et Montréal

Le tableau 9.3 rassemble les taux de 2026 que nous avons pu vérifier dans les trois villes des dossiers de cas, avec le statut de chaque source. La Ville de Québec publie ses taux par 100 $ sur une page officielle : 0,7464 $ pour le résidentiel de un à cinq logements, 0,7697 $ pour six logements et plus, 3,0642 $ pour le non résidentiel et 2,9856 $ pour les terrains vagues desservis, auxquels s'ajoutent des tarifs de 386 $ par logement pour l'aqueduc et l'égout et de 195 $ par logement pour les matières résiduelles (Ville de Québec 2026d). Gatineau fixe ses taux par règlement annuel ; nous avons lu intégralement le règlement 994-2025 pour l'exercice 2026 : taux de base de 5,224 $ par 1 000 $, taux non résidentiel de 29,372 $, industriel de 26,120 $, terrains vagues desservis 20,896 $, agricole et forestier 5,090 $, sous-catégorie des six logements ou plus 6,964 $, et, pour la catégorie résiduelle, une taxe « dite résidentielle » dont le taux « est déterminé selon l'unité de voisinage », l'annexe I du règlement énumérant 1 092 unités de voisinage dont les taux vont de 1,613 à 7,544 $ par 1 000 $, avec une médiane de 5,232 $ (Ville de Gatineau 2025a). S'y ajoutent une taxe spéciale pour le transport en commun de 1,417 $, une taxe spéciale pour le service de la dette de 0,830 $, une taxe de 0,036 $ dans le secteur de l'ex-Ville de Hull, des crédits de 0,386 $ et de 0,523 $ pour les immeubles non raccordés à l'aqueduc ou à l'égout, et une compensation de 178,83 $ par logement pour les matières résiduelles. La structure gatinoise est instructive : en faisant varier le taux résidentiel par unité de voisinage, la Ville module l'effet d'un nouveau rôle sur les secteurs dont les valeurs ont le plus progressé, ce qui revient à déconnecter partiellement la charge fiscale de la valeur inscrite ; deux maisons de même valeur au rôle, dans deux unités de voisinage, ne paient pas la même taxe générale. Pour Montréal, le document officiel des taux par arrondissement n'était pas lisible hors navigateur ; nous n'avons que la formulation du Devoir selon laquelle la taxe foncière résidentielle a été « haussée uniformément de 0,4631 $ par tranche de 100 $ », que des sources tierces interprètent comme le taux général résidentiel de 2026 (Le Devoir 2026 ; Ville de Montréal 2026e) ; ce chiffre est traité comme partiellement vérifié et n'est pas utilisé dans les calculs du chapitre.

Tableau 9.3. Taux de la taxe foncière 2026 et de la taxe scolaire 2026-2027 dans les trois villes des dossiers de cas, par 100 $ d'évaluation

Ville et taxe	Résidentiel	6 log. et plus	Non résid.	Source et statut
Québec (R.V.Q. 3492)	0,7464	0,7697	3,0642	page officielle ; vérifié
Gatineau (règl. 994-2025), taux de base	0,5224	0,6964	2,9372	règlement lu intégralement ; vérifié
Gatineau, taux résidentiel par unité de voisinage (1 092 unités)	0,1613 à 0,7544	—	—	annexe I ; médiane 0,5232 ; vérifié
Gatineau, taxes spéciales (transport en commun ; dette)	0,1417 ; 0,0830	idem	idem	art. 11 et 12 ; vérifié
Montréal, taxe foncière générale	0,4631	n. t.	n. t.	presse (Le Devoir) ; partiellement vérifié
Taxe scolaire 2026-2027 (Québec entier ; assiette uniformisée > 25 000 $)	0,07899	0,07899	0,07899	communiqué de CSS ; avis officiel non consulté

Source : Ville de Québec (2026d), Ville de Gatineau (2025a), Le Devoir (2026), Ville de Montréal (2026e) et Centre de services scolaire des Hautes-Rivières (2026) ; consultation du 2026-10-31. Gatineau publie ses taux par 1 000 $; ils sont ici divisés par 10. « n. t. » : non trouvé. Tarifications par logement : Québec 386 $ + 195 $; Gatineau 178,83 $.

9.5.4 Les droits sur les mutations immobilières

Le droit de mutation, la « taxe de bienvenue », est perçu par la municipalité lors de tout transfert d'immeuble. Sa base d'imposition est la plus élevée de trois quantités : la contrepartie fournie, la contrepartie stipulée à l'acte et la valeur marchande de l'immeuble, cette dernière étant réputée égale au produit de la valeur inscrite au rôle « par le facteur du rôle établi conformément à l'article 264 » (Québec 1976, art. 1.1 et 2). Le facteur comparatif influe donc directement sur le droit : lorsqu'un immeuble se vend sous sa valeur uniformisée, c'est cette dernière qui est taxée. Les tranches du barème général sont indexées chaque année (art. 2.1) ; pour 2026, le droit est de 0,5 % jusqu'à 62 900 $, de 1 % de 62 900 à 315 000 $ et de 1,5 % au-delà, et une municipalité peut fixer un taux supérieur sur la tranche excédant 500 000 $, « ne peut, sauf dans le cas de la Ville de Montréal, excéder 3 % » (Québec 1976 ; Gouvernement du Québec 2026g). Montréal applique en 2026 sept tranches, jusqu'à 4 % au-delà de 3 113 000 $ (Ville de Montréal 2026b) ; Gatineau applique, depuis le 25 février 2026, 1,5 % jusqu'à 500 000 $ et 3 % au-delà (Ville de Gatineau 2026b). Le tableau 9.4 compare les trois barèmes. Les transferts en ligne directe, entre conjoints et ceux dont la base est inférieure à 5 000 $ sont exonérés (art. 20), un droit supplétif d'au plus 200 $ pouvant alors être exigé. Les litiges relatifs au droit de mutation relèvent de la Cour du Québec, qui connaît « à l'exclusion de la Cour supérieure, de toute demande pour le recouvrement d'un impôt foncier », comme la Cour d'appel l'a rappelé dans *Ville de Montréal c. Panzera* en 2026, affaire portant sur l'exonération d'une cession par une fiducie (Cour d'appel du Québec 2026a).

Le droit s'écrit, pour une base B et des tranches de bornes $b_0 = 0 < b_1 < \cdots < b_K$ de taux

t_k,

$$D(B) = \sum_{k=1}^{K} t_k \max\{0,\ \min(B, b_k) - b_{k-1}\}, \qquad B = \max\left(P,\ P^{\text{stip}},\ FV\right). \tag{9.11}$$

Pour le sujet du cas 1, dont la valeur réelle à la date de référence sera estimée à 573 000 $ à la section 9.8, une vente à ce prix entraînerait un droit de 6 705,50 $ sous le barème général, de 6 809 $ sous celui de Montréal et de 7 800,50 $ sous celui de Gatineau ; si le même immeuble se vendait 450 000 $ à Gatineau, la base ne serait pas le prix mais la valeur uniformisée, soit 468 000 $ multiplié par le facteur comparatif, 477 360 $ avec le facteur réel de 1,02 pour 2026, et le droit de 5 270,90 $ excéderait de 410,40 $ celui calculé sur le prix. Ces montants sont reproduits par le script du chapitre.

Tableau 9.4. Barèmes 2026 des droits sur les mutations immobilières

Tranche de la base d'imposition ($)	Général (%)	Montréal (%)	Gatineau (%)
0 à 62 900	0,5	0,5	0,5
62 900 à 315 000	1,0	1,0	1,0
315 000 à 500 000	1,5	1,5	1,5
500 000 à 552 300	1,5	1,5	3,0
552 300 à 1 104 700	1,5	2,0	3,0
1 104 700 à 2 136 500	1,5	2,5	3,0
2 136 500 à 3 113 000	1,5	3,5	3,0
au-delà de 3 113 000	1,5	4,0	3,0

Source : Québec (1976, art. 2 et 2.1) ; Gouvernement du Québec (2026g), Ville de Montréal (2026b) et Ville de Gatineau (2026b), consultés le 2026-10-31 ; barème de Gatineau applicable à compter du 25 février 2026 ; facteur comparatif 2026 : Montréal 1,00, Gatineau 1,02.

9.6 Révision administrative et recours au Tribunal

9.6.1 Qui peut contester, et quoi

Toute personne « qui a un intérêt à contester l'exactitude, la présence ou l'absence d'une inscription » au rôle peut déposer une demande de révision, et le débiteur d'une taxe fondée sur cette inscription « est réputée avoir l'intérêt exigé » (Québec 1979b, art. 124) ; la municipalité ou le centre de services scolaire ne peuvent contester, à l'égard d'un bien qui n'est pas inscrit à leur nom, que sur une question de droit (art. 125). L'objet de la contestation déborde la seule valeur : l'exactitude des renseignements descriptifs, l'imposabilité ou l'exemption, le regroupement ou le fractionnement d'unités et la catégorie aux fins des taux variés peuvent être contestés. La demande doit exposer « succinctement » ses motifs et ses conclusions, et elle doit être faite sur la formule prescrite, « à défaut de quoi elle est réputée ne pas avoir été déposée » (Québec 1979b, art. 128–129) ; la forme et le contenu minimal de cette formule relèvent d'un règlement ministériel (Québec 2026e). Une somme d'argent fixée par règlement de l'organisme municipal doit être jointe, et elle « ne peut dépasser » le tarif qui serait exigible devant le Tribunal (Québec 1979b, art. 135 al. 2 et 263.2) ; le tableau 9.5 donne les tarifs de 2026.

Tableau 9.5. Frais de la demande de révision et du recours au Tribunal administratif du Québec en 2026, selon la valeur inscrite au rôle

Valeur au rôle ($)	Montréal ($)	Gatineau ($)	TAQ ($)
500 000 ou moins	90,00	80,00	93,20
500 001 à 2 000 000	360,00	325,00	372,60
2 000 001 à 5 000 000	605,00	574,50	621,10
plus de 5 000 000	1 215,00	1 149,25	1 242,50

Source : Ville de Montréal (2026c), Ville de Gatineau (2026c) et Tribunal administratif du Québec (2026), consultés le 2026-10-31 ; Gatineau : règlement 943-2023 ; TAQ : Section des affaires immobilières ; le tarif du TAQ (RLRQ, c. J-3, r. 3.2) est le plafond légal des frais municipaux (LFM, art. 263.2 al. 2).

9.6.2 Les délais

Les délais sont de rigueur et leur calcul est la première compétence qu'exige une contestation. La demande de révision d'un nouveau rôle doit être déposée « avant le 1er mai suivant l'entrée en vigueur du rôle » (Québec 1979b, art. 130), soit avant le 1er mai 2026 pour le rôle 2026-2028 de Montréal et avant le 1er mai 2027 pour le rôle 2027-2029 de Gatineau. Ce délai suppose que l'avis d'évaluation a été expédié avant le 1er mars, ou dans les 60 jours du dépôt pour une unité d'au moins 3 000 000 $ (Québec 1979b, art. 81) ; lorsque l'avis est expédié après février, le demandeur dispose de 60 jours (art. 131). Pour une modification du rôle en cours de cycle, la demande est déposée « soit avant le 1er mai … soit avant le soixante et unième jour qui suit l'expédition de l'avis prévu à l'article 180 », selon la plus tardive des deux dates (Québec 1979b, art. 132), et un avis tardif ouvre un délai de 60 jours, porté à 120 jours pour une valeur d'au moins 3 000 000 $ (art. 134). L'évaluateur doit ensuite répondre par écrit, soit par une « proposition écrite de modification au rôle », soit en informant le demandeur, « avec les motifs de sa décision, qu'il n'a aucune modification à proposer », au plus tard le 1er septembre suivant l'entrée en vigueur du rôle ; l'organisme peut reporter cette échéance, avant le 15 août, au 1er novembre ou, avec le consentement de la municipalité, « à une date pouvant aller jusqu'au 1er avril suivant » ; dans les autres cas, le délai est le 1er septembre ou quatre mois après le dépôt de la demande (Québec 1979b, art. 138.3). Le demandeur et l'évaluateur peuvent conclure une entente écrite « au plus tard le trentième jour qui suit l'expédition par l'évaluateur de l'écrit », toute entente tardive étant nulle (art. 138.4). À défaut d'entente, le recours au Tribunal administratif du Québec « doit être formé avant le 31e jour qui suit l'expiration du délai prévu au deuxième alinéa de l'article 138.4 » (Québec 1979b, art. 138.5), ce que Montréal et Gatineau traduisent, dans leurs pages d'information, par un délai de 60 jours à compter de la réponse ; en cas de force majeure, le recours peut être formé dans les 60 jours de la fin de l'empêchement. Certains immeubles désignés par règlement peuvent faire l'objet d'un recours direct au Tribunal sans révision préalable, après l'échange de renseignements prévu aux art. 18.1 à 18.5 (art. 138.5.1). Le tableau 9.6 traduit ces règles en dates pour le rôle fictif du cas 1 et pour le rôle réel de Gatineau.

9.6.3 Devant le Tribunal

Les parties au recours sont le requérant, la municipalité locale, l'organisme municipal responsable de l'évaluation, la personne au nom de laquelle l'unité est inscrite et, le cas échéant, le ministre (Québec 1979b, art. 138.9). Le Tribunal n'est pas lié par les positions

Tableau 9.6. Échéancier des recours pour un rôle dont la référence est le 1er juillet 2024 (rôle fictif du cas 1, exercices 2026-2028) et pour le rôle 2027-2029 de Gatineau

Jalon et disposition	Règle	Rôle fictif 2026-2028	Gatineau 2027-2029
Date de référence au marché (art. 46 al. 1)	1er juillet du 2e exercice précédent	2024-07-01	2025-07-01
Dépôt du rôle (art. 70-71)	15 août – 15 sept. ; report au 1er nov.	au plus tard 2025-09-15	2026-10-27 (report)
Entrée en vigueur (art. 14, 76)	1er janvier du premier exercice	2026-01-01	2027-01-01
Avis d'évaluation (art. 81)	avant le 1er mars (60 jours du dépôt si $\geq$ 3 M$)	avant 2026-03-01	avant 2027-03-01
Demande de révision (art. 130)	avant le 1er mai	au plus tard 2026-04-30	au plus tard 2027-04-30
Réponse de l'évaluateur (art. 138.3)	au plus tard le 1er sept. ; report possible au 1er nov. ou au 1er avril suivant	2026-09-01	2027-09-01
Entente écrite (art. 138.4)	30 jours après l'expédition de la réponse	2026-10-01 (si réponse le 1er sept.)	2027-10-01
Recours au TAQ (art. 138.5)	avant le 31e jour suivant l'expiration du délai d'entente	au plus tard 2026-10-31	au plus tard 2027-10-31
Fin du cycle (art. 14)	trois exercices	2028-12-31	2029-12-31

Source : Québec (1979b), à jour au 15 octobre 2026 ; dates calculées par `analysis/python/cases/ch09_ratios.py` (fonction `echeancier`) ; le dépôt de Gatineau d'après Ville de Gatineau (2026d). Les dates du rôle fictif supposent une réponse de l'évaluateur expédiée le 1er septembre ; toute réponse plus hâtive avance d'autant les deux derniers jalons.

des parties : il fixe la valeur réelle selon les art. 43 à 46, la divise par le facteur du premier exercice pour obtenir la valeur à inscrire, et « peut fixer une valeur inférieure ou supérieure à celles proposées par les parties » (art. 147). « La partie perdante supporte les frais de la partie adverse suivant le tarif » (art. 148), le Tribunal indiquant toutefois que, lorsque la valeur au rôle est inférieure à 500 000 $, seuls les frais de sténographie et de transcription peuvent être réclamés au requérant (Tribunal administratif du Québec 2026). La décision est susceptible d'appel à la Cour du Québec, sur permission, dans les 30 jours. Le rôle bénéficie par ailleurs d'une présomption de validité : dans une affaire de vente pour taxes de 2026, la Cour d'appel a relevé que « Non seulement le rôle est présumé valide, mais il n'a jamais été contesté », soulignant que le contribuable qui n'a pas exercé les recours de la loi ne peut plus remettre en cause la valeur inscrite par une autre voie (Cour d'appel du Québec 2026b) ; ce résumé provient d'une source secondaire.

La preuve devant le Tribunal est une preuve d'expert, et l'évaluateur agréé qui l'apporte est soumis à ses normes de pratique, qui comportent des normes propres au rôle foncier et à la révision (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), et à son code de déontologie. Deux dispositions déontologiques intéressent directement la contestation : l'évaluateur qui tient le rôle d'une municipalité ne peut agir pour un tiers sur ce territoire sans divulgation écrite et mention au rapport (art. 19), et les honoraires conditionnels au résultat, interdits en principe, sont tolérés pour certains services de consultation relatifs à l'inscription au rôle, mais « jamais devant un tribunal » (Québec 2000, art. 19 et 24.1). Le modèle d'affaires des firmes qui démarchent les propriétaires en promettant une réduction de taxes contre une part des économies est donc borné par cette règle dès que le dossier se judiciarise.

9.6.4 La tenue à jour du rôle

Entre deux rôles, l'évaluateur modifie le rôle pour refléter les événements de l'art. 174, au nombre de vingt, dont les plus fréquents pour une résidence sont la destruction ou la démolition (par. 6°), les travaux « substantiellement terminés ou lorsque deux ans se sont écoulés depuis leur début » (par. 7°), les opérations cadastrales (12°), le regroupement ou la subdivision d'unités (12.1°), la correction d'une erreur matérielle (16°), le raccordement à l'aqueduc ou à l'égout (18°) et « l'imposition ou de la levée … d'une restriction juridique aux utilisations possibles de l'immeuble » (19°) (Québec 1979b, art. 174). La modification prend effet à la date de l'événement, mais au plus tôt le premier jour de l'exercice qui précède celui de la modification (art. 177 par. 5°), ce qui borne sa rétroactivité, et un avis est expédié au propriétaire (art. 180), qui dispose alors du délai de l'art. 132 pour la contester. Les conditions du marché, rappelons-le, restent celles de la date de référence : la valeur ajoutée par une rénovation terminée en 2027 est mesurée au marché du 1er juillet 2024 dans un rôle 2026-2028, ce qui crée un décalage dont le chapitre 44 tient compte.

9.7 Préparer un dossier de contestation

Le dossier de contestation d'une résidence répond à trois questions successives, et l'ordre importe. La première est celle de l'exactitude des données : le dossier de propriété, obtenu auprès de l'organisme municipal (art. 78 et 79), décrit-il correctement l'immeuble ? Une superficie d'étages surestimée, un sous-sol fini qui ne l'est pas, un garage inexistant, une année de construction erronée sont les motifs les plus simples et les plus souvent accueillis, parce qu'ils ne mettent pas en cause le jugement de l'évaluateur mais la donnée ; il faut

toutefois se souvenir que les superficies du rôle sont des superficies brutes au sens du Manuel, non des superficies habitables (section 9.3), et qu'un écart apparent n'est pas toujours une erreur.

La deuxième question est celle de la valeur réelle à la date de référence. Elle se prouve comme toute valeur marchande, par les méthodes des parties IV à VI, avec deux particularités. D'une part, la date d'évaluation est imposée : c'est le 1er juillet du deuxième exercice précédent, et les comparables doivent être ramenés aux conditions de marché de cette date, en utilisant au besoin des ventes postérieures comme l'autorise l'art. 46 al. 5. Un propriétaire qui conteste en mars 2026 une valeur établie au 1er juillet 2024 ne peut invoquer la baisse du marché survenue depuis ; inversement, la hausse survenue depuis ne justifie pas la valeur inscrite. D'autre part, la meilleure preuve est souvent la vente de l'unité elle-même, lorsqu'elle est survenue près de la date de référence dans des conditions de gré à gré : un acheteur qui a payé, à l'été 2024, un prix nettement inférieur à la valeur inscrite dispose d'un argument que l'évaluateur peut difficilement écarter, à moins de démontrer que la vente n'était pas représentative.

La troisième question, la plus négligée, est celle de l'équité et du gain net. L'équation (9.3) commande de comparer le ratio personnel du contribuable, $r_s = V_s / V_s^{\text{réelle}}$, à la proportion médiane du rôle : si $r_s >$ PM, le contribuable est surévalué par rapport à ses voisins et la valeur à inscrire, $\text{PM} \times V_s^{\text{réelle}}$, est inférieure à la valeur inscrite ; si $r_s <$ PM, il est sous-évalué et une contestation menée jusqu'au Tribunal pourrait aboutir à une hausse, puisque le Tribunal n'est pas lié par les conclusions des parties. Le gain brut d'une réduction $\Delta V = V_s - V_s^{\text{inscr}}$ est, pour chacun des exercices restants du cycle, le produit de la réduction par le taux marginal de l'équation (9.10) ; le gain net sur le cycle, pour m exercices restants et des frais ϕ, vaut

$$G = m\left(\sum_{k} \tau_k + F\tau_s\right)\Delta V - \phi, \qquad \Delta V^{\min} = \frac{\phi}{m\left(\sum_k \tau_k + F\tau_s\right)} \tag{9.12}$$

et $\Delta V^{\min}$ est la réduction minimale qui rembourse les frais de révision. Avec un taux marginal de l'ordre de 8 $ par 1 000 $ et des frais de 80 à 325 $, cette réduction minimale se compte en dizaines de milliers de dollars : la contestation d'une valeur résidentielle n'est rentable que si l'écart de valeur est substantiel, et elle ne l'est pas du tout si l'on y ajoute le coût d'un rapport d'expert, qui dépasse généralement le gain triennal d'une maison unifamiliale. Un dossier bien préparé comporte donc, dans l'ordre : la vérification du dossier de propriété ; l'estimation de la valeur réelle à la date de référence, avec au moins trois comparables rajustés ou la vente de l'unité elle-même ; la proportion médiane du rôle et le calcul de la valeur à inscrire ; le calcul du gain net et du seuil de rentabilité ; enfin l'échéancier des délais. L'exemple qui suit le déroule intégralement.

En pratique

Avant de déposer une demande, l'évaluateur-conseil vérifie quatre choses : que la valeur contestée est bien celle du rôle en vigueur et non du rôle à venir ; que la date de référence au marché et la proportion médiane du premier exercice sont connues et proviennent de l'avis d'évaluation ou de l'outil officiel ; que le ratio personnel du client excède la proportion médiane ; et que la réduction espérée dépasse le seuil de l'équation (9.12) une fois les frais et les honoraires comptés. Si l'une des quatre conditions manque, la recommandation est de ne pas contester, et elle doit être écrite.

9.8 Exemple intégral : étude de ratios et dossiers de contestation du cas 1

Données synthétiques

Les 600 ventes du fichier `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` et le sujet de `cas1_gatineau_sujet.json` sont synthétiques, générés par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md`. La colonne `valeur_role_2025` contient une valeur au rôle fictive obtenue en multipliant la valeur de chaque immeuble aux conditions du marché du 1er juillet 2024 par un ratio tiré d'une loi normale de moyenne 0,93 et d'écart-type 0,07 : le rôle fictif est donc, par construction, uniforme et sans iniquité verticale, et l'étude de ratios doit le retrouver. Un rôle dont la référence est le 1er juillet 2024 couvre, en vertu de l'art. 46 al. 1, les exercices 2026, 2027 et 2028 ; le millésime du nom de colonne désigne l'année de dépôt, et nous parlons ci-après du rôle fictif 2026-2028. Les taux de taxes appliqués sont les taux réels de Gatineau pour 2026 (règlement 994-2025) et le taux scolaire réel de 2026-2027 ; le facteur comparatif est celui du rôle fictif, calculé ci-dessous, et non le facteur réel de la Ville. Tous les chiffres de cette section sont reproduits par `analysis/python/cases/ch09_ratios.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch09.py`.

Exemple 9.1 : Étude de ratios du rôle fictif 2026-2028 et dossiers de contestation

L'exemple procède en cinq étapes : ratios bruts, rajustement des prix à la date de référence, épuration et calcul de la proportion médiane, examen de l'uniformité verticale et par sous-groupes, puis deux dossiers de contestation.

Étape 1 : les ratios bruts. Pour chacune des 600 ventes, conclues entre janvier 2023 et août 2026, le ratio brut est la valeur au rôle fictive divisée par le prix de vente. La médiane est de 0,914, la moyenne de 0,914 et le ratio pondéré par les prix de 0,913 ; le COD vaut 6,90, le PRD 1,0015 et le PRB 0,0327 avec une erreur-type de 0,0114 (tableau 9.7). À première lecture, le rôle est conforme à toutes les normes de l'IAAO. Mais la lecture par année de vente (tableau 9.7, bas) révèle une dérive : la médiane des ratios bruts passe de 0,954 pour les ventes de 2023 à 0,934 en 2024, 0,876 en 2025 et 0,869 en 2026. La raison en est évidente : la valeur au rôle décrit le marché du 1er juillet 2024, et les prix progressent d'environ 4,5 % par an dans le jeu synthétique ; les ventes antérieures à la référence ont des prix plus bas, donc des ratios plus élevés, et inversement. Cette dérive n'est pas une erreur du rôle, c'est l'effet de la date de référence, et elle gonfle artificiellement la dispersion.

Étape 2 : le rajustement à la date de référence. Le r. 10 exige de ramener chaque prix aux conditions du marché du 1er juillet (art. 11 et 12). Nous utilisons pour cela le taux de variation mensuel du marché estimé par le modèle hédonique partagé du cas 1 (`traite.cas1.hedonique`, coefficient de la tendance temporelle), soit 0,364 % par

mois ou 4,46 % par an :

$$P_i^{*} = \frac{P_i}{(1+g)^{m_i}}, \tag{9.13}$$

où m_i est le nombre de mois écoulés entre la date de référence et la vente, négatif pour les ventes antérieures. Les ratios rajustés ont une médiane de 0,925, un COD de 6,12, un PRD de 0,9988 et un PRB de 0,0640 (erreur-type 0,0099). Le COD recule de 6,90 à 6,12 et les médianes annuelles se resserrent entre 0,911 et 0,941 (figure 9.3) : la dérive temporelle a été retirée, et ce qui reste est la dispersion propre du rôle. La figure 9.2 compare les deux distributions.

Étape 3 : épuration et proportion médiane. L'écart-type des ratios rajustés autour de leur médiane est de 0,0708, d'où un intervalle d'épuration de [0,783 ; 1,066] selon l'équation (9.5) ; 29 ventes en sortent, 13 en dessous et 16 au-dessus, et les 571 restantes ont une médiane de 0,9244. La proportion médiane du rôle fictif est donc de 92,44 % et son facteur comparatif de $1/0{,}9244 = 1{,}0818$. Après épuration, le COD tombe à 5,48, le PRD reste à 0,999 et le PRB à 0,049. L'écart type relatif à la médiane de l'annexe III vaut 0,0870 sur les ratios bruts, 0,0766 sur les ratios rajustés et 0,0660 sur l'échantillon épuré ; un jeu entièrement unifamilial relève du plafond de 14 %, largement respecté. On vérifie au passage la relation entre les deux indicateurs : sur l'échantillon rajusté, le COD de 6,12 représente 80 % de l'écart type relatif de 7,66 %, comme l'anticipait la section 9.2. Le niveau, lui, est hors norme : une proportion médiane de 92,4 % serait inférieure au plancher de 95 % qu'impose l'art. 13 du r. 13 à un rôle équilibré, et l'évaluateur municipal devrait relever l'ensemble des valeurs avant le dépôt. Nous conservons néanmoins ce rôle fictif tel quel pour la suite, parce que l'écart entre le niveau du rôle et la valeur réelle est précisément ce qui donne tout son sens à l'art. 147.

Étape 4 : uniformité verticale et sous-groupes. Le PRD de 0,999 est au centre de la plage admise. Le PRB rajusté de 0,064, en revanche, dépasse la borne de 0,05 de l'IAAO, et son intervalle de confiance à 95 %, de 0,044 à 0,084, exclut zéro : lu isolément, il conclurait à un rôle progressif, qui surévaluerait relativement les immeubles chers. Or le rôle fictif a été construit sans aucune relation entre le ratio et la valeur. La figure 9.4 et le bas du tableau 9.7 éclairent le paradoxe. Par tranche de prix rajusté, les médianes des ratios sont de 0,929 sous 350 000 $, 0,919 entre 350 000 et 450 000 $, 0,923 entre 450 000 et 550 000 $, 0,933 entre 550 000 et 700 000 $ et 0,927 au-delà : aucune pente systématique. Le PRB positif tient à la construction de sa variable proxy. Dans ce jeu synthétique, l'erreur du rôle est la seule source de dispersion des ratios rajustés, et cette même erreur entre dans la valeur proxy $(V_i/\tilde{r} + P_i^{*})/2$: une unité dont le rôle a été tiré trop haut a simultanément un ratio élevé et une valeur proxy élevée, ce qui crée une corrélation positive mécanique. Le test unitaire du chapitre reproduit ce mécanisme sur un jeu simulé où le rôle est, par construction, proportionnel au prix à une erreur près, et retrouve un PRB positif et significatif ; en remplaçant la valeur proxy par le seul prix rajusté, le PRB retombe à 0,020 (erreur-type 0,011), non significatif. La leçon n'est pas que le PRB est inutile, mais qu'il doit être lu avec son mécanisme : l'IAAO recommande elle-même de compléter les statistiques globales par une analyse par strates, et c'est la stabilité des médianes par tranche de prix qui, ici, tranche en faveur de l'équité verticale. Les ratios par secteur, de 0,920 à 0,931, et par type de bâtiment, 0,926 pour les plain-pieds et 0,922 pour les cottages, confirment l'uniformité horizontale entre

sous-marchés.

Étape 5a : le dossier du sujet. Le sujet, cottage de 165 m² construit en 1998 dans le secteur de Hull (chapitre 16), est inscrit au rôle fictif pour 468 000 $. Son propriétaire, qui a vu des maisons voisines se vendre bien au-dessus de ce montant en 2026, s'interroge pourtant sur l'opportunité de contester, persuadé que le rôle est « toujours trop élevé ». Le dossier commence par estimer la valeur réelle au 1er juillet 2024, et non à la date d'évaluation du dossier de cas. Le modèle hédonique partagé, appliqué aux caractéristiques du sujet à cette date avec la correction de retransformation de Duan, indique 580 375 $, dans un intervalle de prédiction à 95 % de 491 138 $ à 681 251 $. La méthode de comparaison est conduite en parallèle avec les filtres du chapitre 16 centrés sur la date de référence : ventes à moins de douze mois du 1er juillet 2024, dans un rayon de trois kilomètres, bâtiment à étages, superficie de 124 à 206 m², puis classement par la distance d'attributs dans laquelle l'ancienneté est mesurée par rapport à la date de référence. Les cinq comparables retenus (tableau 9.8) sont vendus entre février 2024 et mai 2025 ; les ajustements, dérivés du modèle hédonique selon la procédure de `traite.cas1.ajustements_hedoniques`, comprennent un ajustement de conditions du marché qui ramène chaque prix au 1er juillet 2024 : −19 574 $ pour G0404 vendu onze mois après la référence, +6 373 $ pour G0188 vendu quatre mois avant. Les prix ajustés s'étagent de 492 375 $ à 620 958 $, avec une médiane de 565 414 $ et une moyenne de 563 175 $. En accordant le même poids aux deux indications, arrondi au millier, la valeur réelle du sujet au 1er juillet 2024 est conclue à 573 000 $; le chapitre 20 discutera de pondérations moins frustes.

Le ratio personnel du sujet est alors $468\,000/573\,000 = 0{,}817$, soit 11,6 % *en dessous* de la proportion médiane de 0,924. Appliquant l'équation (9.3), la valeur que le Tribunal inscrirait s'il retenait cette valeur réelle est $573\,000/1{,}0818 = 529\,681$ $, supérieure de 61 681 $ à la valeur inscrite. Le compte de taxes 2026 du sujet, au taux de voisinage médian de Gatineau et dans le secteur de Hull, s'établit à 4 076,01 $: taxe générale résidentielle, taxes spéciales et taxe de l'ex-Ville de Hull totalisent 7,515 $ par 1 000 $, soit 3 517,02 $; l'évaluation uniformisée est de $468\,000 \times 1{,}0818 = 506\,275$ $ et la taxe scolaire sur la tranche excédant 25 000 $ de 380,16 $; la compensation pour les matières résiduelles ajoute 178,83 $. Le taux marginal est de 8,370 $ par 1 000 $. Si la valeur à inscrire de 529 681 $ était retenue, le compte passerait à 4 592,25 $, soit 516,24 $ de plus par exercice et plus de 1 500 $ sur le cycle, auxquels s'ajouteraient les frais de 80 $ de la demande. La recommandation est sans ambiguïté : ne pas contester. Le propriétaire bénéficie d'une inscription inférieure à la norme du rôle ; sa conviction que « les maisons se vendent plus cher que le rôle » est exacte mais hors sujet, puisqu'elle compare des prix de 2026 à une valeur du 1er juillet 2024 et ignore la proportion médiane.

Étape 5b : le dossier d'un acheteur récent. La vente G0258 du jeu, un cottage de 156 m² construit en 1969 dans le secteur de Hull, a été conclue le 4 juillet 2024, trois jours après la date de référence, pour 509 500 $, alors que la valeur inscrite au rôle fictif est de 592 100 $: ratio brut de 1,162, rajusté de 1,163 après un ajustement de conditions du marché négligeable sur trois jours ($P^* = 509\,317$ $). L'acquéreur dispose de la meilleure preuve qui soit : une vente de gré à gré de l'unité elle-même, à la date de référence. Son ratio dépasse la proportion médiane de 26 % ; la valeur à inscrire selon l'art. 147 est $509\,317/1{,}0818 = 470\,813$ $, soit une réduction de 121 287 $. Au taux marginal de 8,370 $

par 1 000 $, le compte de taxes passerait de 5 114,66 $ à 4 099,55 $, un gain de 1 015,11 $ par exercice et de 3 045,34 $ sur les trois exercices du cycle ; les frais de révision sont de 325 $ parce que la valeur inscrite excède 500 000 $, et le gain net atteint 2 720,34 $. Le seuil de rentabilité de l'équation (9.12) est une réduction de 12 944 $: au-delà, la contestation rembourse ses frais ; en deçà, elle coûte plus qu'elle ne rapporte. La demande doit être déposée avant le 1er mai 2026 sur la formule prescrite avec les frais ; la réponse de l'évaluateur est attendue au plus tard le 1er septembre 2026, et à défaut d'entente dans les trente jours, le recours au Tribunal devra être formé au plus tard le 31 octobre 2026 (tableau 9.6). Le tableau 9.9 met les deux dossiers en regard.

Tableau 9.7. Étude de ratios du rôle fictif 2026-2028 sur les 600 ventes du cas 1 (données synthétiques)

Échantillon	n	Médiane	COD	PRD	PRB	ETR (annexe III)
Ratios bruts (rôle / prix de vente)	600	0,9136	6,90	1,0015	0,0327	0,0870
Ratios rajustés au 1er juillet 2024	600	0,9245	6,12	0,9988	0,0640	0,0766
Après épuration (médiane $\pm 2\sigma$)	571	0,9244	5,48	0,9990	0,0489	0,0660
Médianes des ratios par année de vente (brut ; rajusté)						
2023	160	0,9538 ; 0,9111				
2024	184	0,9342 ; 0,9317				
2025	155	0,8755 ; 0,9127				
2026 (janvier–août)	101	0,8692 ; 0,9408				
Médianes des ratios rajustés par tranche de prix rajusté						
moins de 350 000 $	42	0,9289				
350 000 à 450 000 $	200	0,9188				
450 000 à 550 000 $	209	0,9231				
550 000 à 700 000 $	141	0,9325				
700 000 $ et plus	8	0,9273				

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch09_ratios.py ; statistiques IAAO par traite.hedonique.statistiques_ratio ; rajustement au taux mensuel du modèle hédonique partagé (0,364 %)

9.9 Valeur au rôle et valeur marchande : les écarts systématiques

L'exemple a mis en évidence la première et la plus importante des sources d'écart entre la valeur au rôle et la valeur marchande : le temps. La valeur au rôle est une valeur marchande, au sens de l'art. 43, mais à une date qui, au dernier exercice du cycle, remonte à quatre ans et demi. L'écart attendu entre le prix d'une vente et la valeur au rôle est alors le produit de deux facteurs, le niveau du rôle à sa date de référence et la variation du marché depuis :

$$\mathrm{E}\left[\frac{P_t}{V}\right] \approx \frac{1}{\mathrm{PM}} \cdot \frac{I_t}{I_{\text{réf}}}, \tag{9.14}$$

où I est un indice de prix du sous-marché (chapitre 35). Pour un rôle au niveau de 92,4 % et un marché qui progresse de 4,46 % par an, le prix attendu dépasse la valeur au rôle de

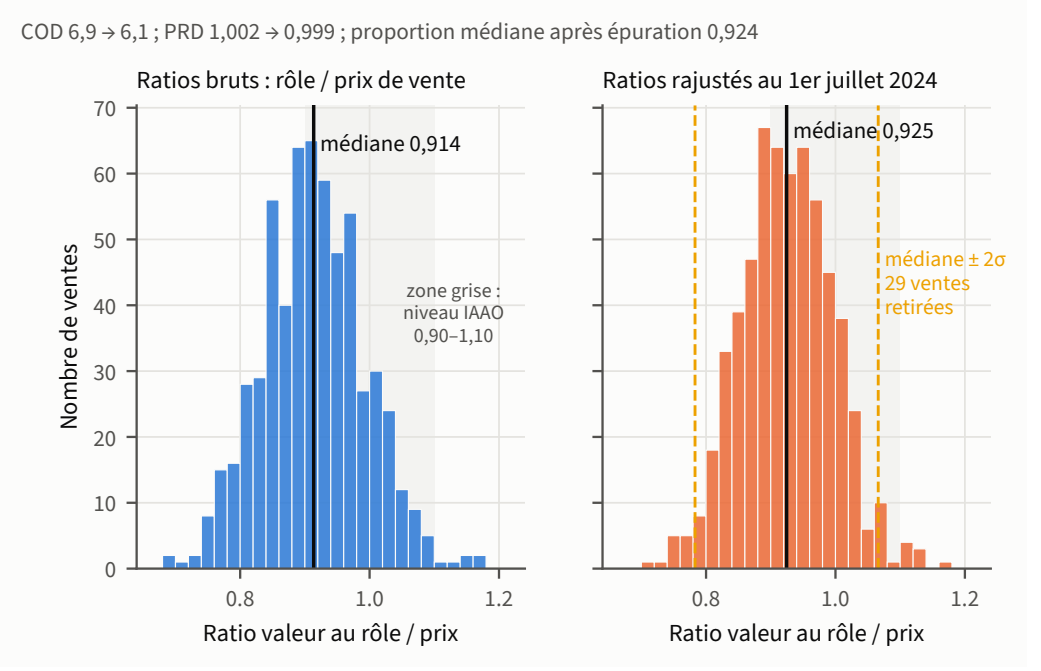


Figure 9.2. Distribution des 600 ratios valeur au rôle sur prix, bruts (à gauche) et rajustés aux conditions du marché du 1er juillet 2024 (à droite). Le rajustement resserre la distribution et fait reculer le COD de 6,90 à 6,12 ; les lignes tiretées marquent l'intervalle d'épuration du r. 10 (médiane ± 2 écarts-types), hors duquel 29 ventes sont retirées. La zone grise est le niveau de 0,90 à 1,10 admis par l'IAAO ; le niveau du rôle fictif, 0,924, est en deçà du plancher de 95 % du r. 13.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch09_ratios.py, graine 20261031

Tableau 9.8. Comparables du sujet du cas 1 à la date de référence du 1er juillet 2024 et ajustements dérivés du modèle hédonique (données synthétiques)

	Sujet	G0264	G0334	G0404	G0388	G0188
Date de vente	—	2024-07-10	2024-12-14	2025-05-27	2025-04-22	2024-02-25
Mois depuis la référence	0	+0,3	+5,5	+10,9	+9,7	−4,2
Distance au sujet (km)	0	1,54	1,13	0,76	1,13	1,07
Superficie habitable (m²)	165	146	152	160	142	127
Terrain (m²)	620	552	494	538	444	480
Âge en 2026 (ans)	28	27	32	23	23	39
Qualité (1–5)	3	2	4	3	4	3
Garage (places) ; sous-sol fini	1 ; oui	1 ; oui	1 ; non	1 ; oui	0 ; non	0 ; oui
Prix de vente ($)	—	527 000	624 500	506 500	537 000	417 000
Conditions du marché ($)		−566	−12 259	−19 574	−18 590	+6 373
Superficie habitable ($)		+35 888	+27 693	+8 145	+43 696	+64 161
Terrain ($)		+6 152	+13 762	+6 622	+17 856	+11 828
Âge ($)		−2 068	+9 247	−9 317	−10 771	+18 611
Qualité ($)		+35 675	−39 281	0	−33 726	0
Garage ; sous-sol ; piscine ($)		0	+13 866	0	+29 949	+17 075
Prix ajusté au 1er juillet 2024 ($)		602 082	620 958	492 375	565 414	535 048
Ajustement brut ; net (%)		15 ; +14	21 ; −1	9 ; −3	29 ; +5	28 ; +28
Valeur au rôle fictif ($)	468 000	502 400	524 800	465 600	482 500	407 300

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch09_ratios.py (fonction comparables_reference) ; ajustements par traite.cas1.ajustements_hedoniques, cascade conditions du marché puis caractéristiques ; aucun comparable n'a de piscine, l'ajustement de piscine est nul

Tableau 9.9. Les deux dossiers de contestation du cas 1 en regard (données synthétiques ; taux de Gatineau 2026, secteur de Hull, unité de voisinage au taux médian)

Élément	Sujet du cas 1	Acheteur de G0258
Valeur inscrite au rôle fictif ($)	468 000	592 100
Valeur réelle au 2024-07-01 ($)	573 000	509 317
Ratio personnel	0,8168	1,1625
Proportion médiane du rôle ; facteur	0,9244 ; 1,0818	0,9244 ; 1,0818
Valeur à inscrire, art. 147 ($)	529 681	470 813
Variation de la valeur inscrite ($)	61 681	−121 287
Compte de taxes 2026 au rôle ($)	4 076,01	5 114,66
Compte de taxes à la valeur à inscrire ($)	4 592,25	4 099,55
Variation annuelle du compte ($)	516,24	−1 015,11
Frais de la demande de révision ($)	80,00	325,00
Gain (+) ou perte (−) net sur trois exercices ($)	−1 628,72	2 720,34
Recommandation	ne pas contester	contester

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch09_ratios.py (fonctions dossier_sujet et dossier_acheteur) ; taux : règlement 994-2025 de Gatineau et taxe scolaire 2026-2027 ; la perte nette du sujet est la hausse triennale de taxes plus les frais

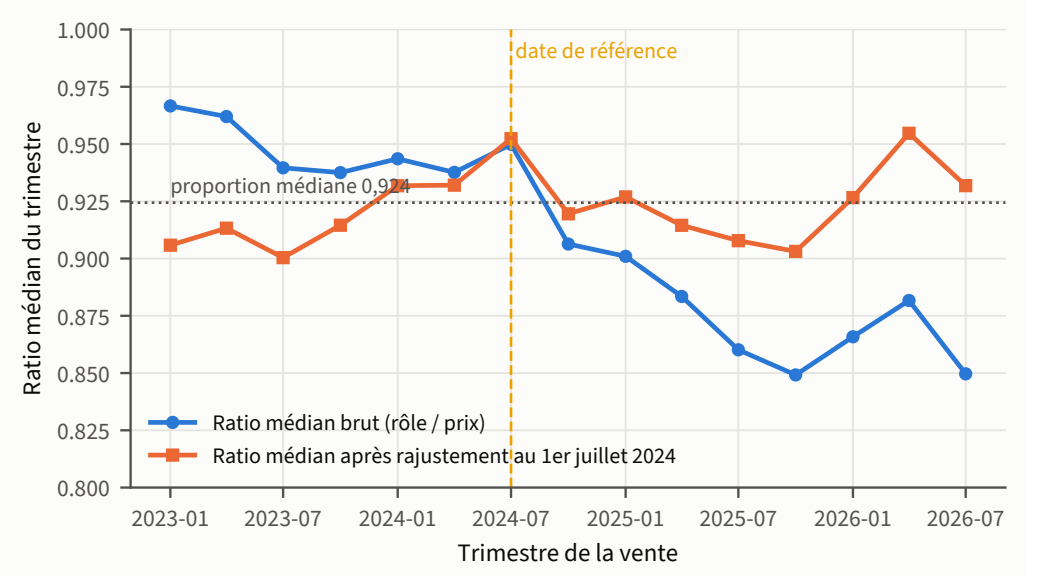


FIGURE 9.3. Ratio médian par trimestre de vente. Les ratios bruts dérivent de 0,97 à 0,85 au fil des quinze trimestres parce que la valeur au rôle est figée au 1er juillet 2024 alors que les prix progressent ; après rajustement, les médianes trimestrielles oscillent autour de la proportion médiane sans tendance. Comparer des prix récents à une valeur au rôle sans ce rajustement est l'erreur la plus courante des contestations.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch09_ratios.py

8,2 % à la date de référence, de 15,5 % à l'entrée en vigueur dix-huit mois plus tard et de 31,6 % au dernier jour du cycle. L'évaluateur qui utilise la valeur au rôle comme indication, ou comme variable d'un modèle, doit la corriger de ces deux facteurs ; CLAPP et GIACCOTTO (1992) ont montré comment les valeurs au rôle peuvent servir, précisément parce qu'elles sont une évaluation de masse contemporaine, à construire des indices de prix, méthode que le chapitre 35 présente.

Les autres sources d'écart sont systématiques et prévisibles. L'unité d'évaluation ne coïncide pas toujours avec le bien vendu (section 9.1) ; les meubles attachés à demeure sont inclus dans la valeur au rôle et parfois exclus du prix ; les immeubles locatifs sont évalués libres de baux (art. 45.1) alors que leur prix reflète les loyers en place ; l'état de l'unité est celui de la date de référence, de sorte qu'une rénovation terminée après cette date n'entre au rôle qu'au prochain cycle, à moins qu'elle ne déclenche une modification en vertu de l'art. 174 ; enfin, la dispersion propre de l'évaluation de masse, mesurée par le COD, fait qu'un immeuble donné s'écarte typiquement de 5 à 15 % du niveau du rôle sans qu'il y ait d'erreur au sens de la loi. La valeur au rôle est donc une donnée précieuse, exhaustive, publique et établie par un professionnel selon des normes, mais c'est une donnée à décoder, non une indication de valeur à la date d'évaluation.

9.9.1 Sensibilité de la décision de contester

La décision de l'acheteur du dossier 5b dépend de deux paramètres incertains : la valeur réelle que l'évaluateur, puis le Tribunal, retiendront, et le taux de l'unité de voisinage, qui va de 1,613 à 7,544 $ par 1 000 $ à Gatineau. Le tableau 9.10 et la figure 9.5 font varier la

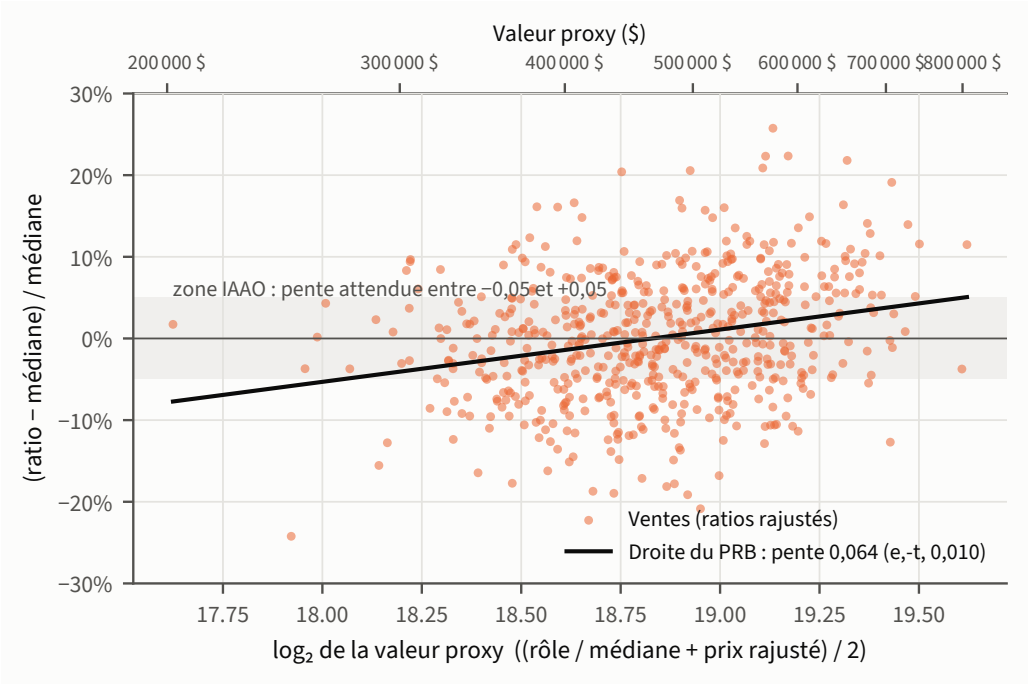


FIGURE 9.4. Le PRB des ratios rajustés : écart relatif de chaque ratio à la médiane en fonction du logarithme en base 2 de la valeur proxy de l'IAAO. La pente de 0,064 dépasse la borne de 0,05, alors que les médianes par tranche de prix sont stables ; dans ce jeu synthétique, l'erreur du rôle entre à la fois dans le ratio et dans la valeur proxy et crée une corrélation mécanique. Le PRB doit être lu avec une analyse par strates.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch09_ratios.py

valeur réelle conclue de 10 % de part et d'autre du prix rajusté et retiennent le taux minimal, médian et maximal. Au taux médian, le gain net sur le cycle passe de 3 902 $ si la valeur réelle était conclue 10 % sous le prix à 1 538 $ si elle était conclue 10 % au-dessus ; au taux de voisinage le plus bas, il ne dépasse pas 2 075 $ dans le meilleur cas et tombe à 733 $ dans le pire. Le gain reste positif dans toutes les cellules, parce que l'écart entre la valeur inscrite et le prix est très supérieur au seuil de rentabilité ; mais un dossier dont l'écart ne serait que de 5 % de la valeur, soit environ 30 000 $ pour cet immeuble, laisserait un gain net inférieur à 500 $ sur trois ans au taux médian, insuffisant pour couvrir une heure d'expert. La sensibilité confirme la règle de la section 9.7 : la contestation d'une résidence unifamiliale n'est rentable que pour des écarts de valeur importants et bien prouvés.

Tableau 9.10. Sensibilité du gain net triennal de l'acheteur de G0258 à la valeur réelle conclue et au taux de l'unité de voisinage (données synthétiques, $)

Écart (%)	Valeur réelle ($)	À inscrire ($)	Taux min.	Taux médian	Taux max.
−10,0	458 386	423 731	2 075	3 902	5 070
−5,0	483 852	447 272	1 739	3 311	4 316
0,0	509 317	470 813	1 404	2 720	3 562
5,0	534 783	494 353	1 068	2 129	2 807
10,0	560 249	517 894	733	1 538	2 053

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch09_ratios.py (fonction sensibilite_acheteur) ; valeur inscrite 592 100 $, frais 325 $, trois exercices, taxes spéciales et scolaire incluses ; taux de voisinage minimal 1,613, médian 5,232 et maximal 7,544 $ par 1 000 $; écart mesuré par rapport au prix rajusté de 509 317 $

Le rôle 2027-2029 de Gatineau

Le rôle 2027-2028-2029 de la Ville de Gatineau a été déposé le 27 octobre 2026, après report, avec des valeurs reflétant les conditions du marché au 1er juillet 2025 ; il entre en vigueur le 1er janvier 2027 (Ville de Gatineau 2026d). Selon les comptes rendus publiés le jour du dépôt, la hausse moyenne des unifamiliales et des copropriétés est de 7,79 %, la médiane des unifamiliales passe de 454 600 à 495 800 $ (+9,06 %), les immeubles de six logements et plus progressent davantage et les secteurs de Buckingham et de Masson-Angers plus que ceux d'Aylmer et de Hull ; ces statistiques proviennent de la presse et comportent des écarts entre sources. Les propriétaires recevront leur avis d'évaluation avant le 1er mars 2027 et pourront déposer une demande de révision jusqu'au 30 avril 2027 inclusivement, moyennant les frais du règlement 943-2023 (Ville de Gatineau 2026c). Le jeu synthétique du cas 1 a été calibré sur la variation de la médiane unifamiliale de ce rôle ; il ne décrit aucune propriété réelle.

Erreurs fréquentes

- Citer l'art. 46.1 pour la date de référence au marché : cet article porte sur l'équilibration ; la date de référence est au premier alinéa de l'art. 46.
- Comparer des prix de vente récents à la valeur au rôle sans les ramener aux conditions

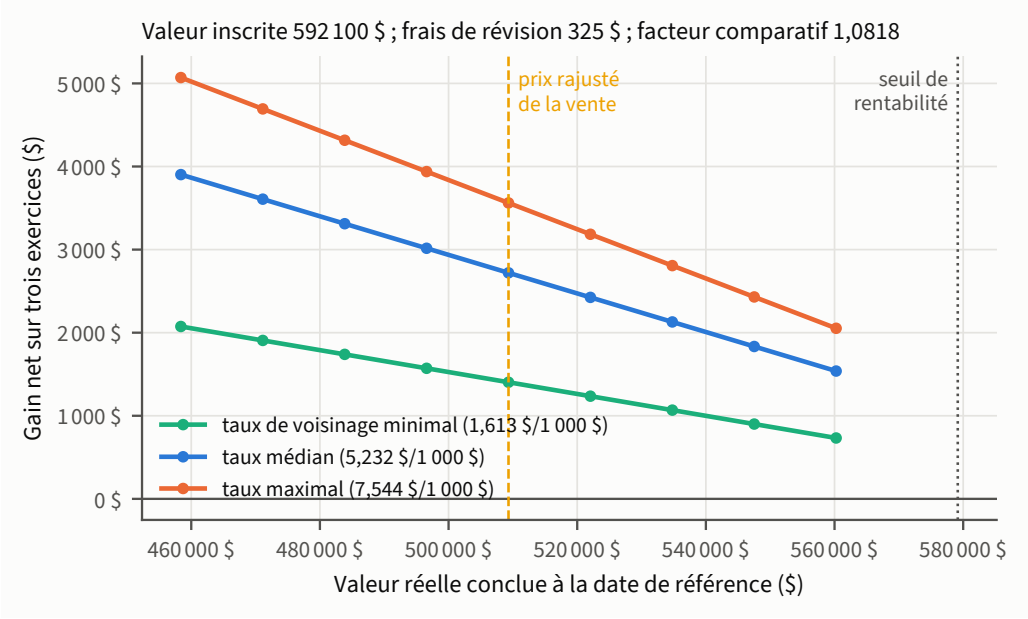


FIGURE 9.5. Gain net de la contestation de l'acheteur de G0258 sur les trois exercices du cycle, selon la valeur réelle que retiendrait le Tribunal et le taux de l'unité de voisinage. La ligne tiretée marque le prix rajusté de la vente ; la ligne pointillée, le seuil de rentabilité au-delà duquel la réduction ne couvre plus les frais de révision.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch09_ratios.py

du marché de la date de référence, et conclure que le rôle est « trop bas » ou « trop élevé ».

- Contester une valeur inscrite parce qu'elle est inférieure à la valeur marchande sans avoir calculé le ratio personnel et la proportion médiane : le Tribunal divise la valeur réelle par le facteur et peut hausser la valeur.
- Confondre la superficie brute des étages du Manuel avec la superficie habitable, et y voir une erreur du dossier de propriété.
- Juger l'équité verticale d'un rôle sur le seul PRB ou le seul PRD, sans examiner les ratios par tranche de valeur ni la dispersion des prix de l'échantillon.
- Oublier que les tarifications par logement ne dépendent pas de la valeur et ne sont pas réduites par une contestation ; calculer le gain sur le compte total plutôt qu'au taux marginal.
- Laisser passer le 1er mai en attendant la réponse à une demande informelle : seule la formule prescrite, accompagnée des frais, interrompt le délai.
- Négliger l'ajustement de conditions du marché pour une vente postérieure à la date de référence, ou refuser une telle vente alors que l'art. 46 al. 5 l'admet.

Limites et mises en garde

Le cadre décrit est celui de la Loi sur la fiscalité municipale à jour au 15 octobre 2026 et des règlements à jour au 1er juillet 2026 ; les délais et les tarifs changent, et le lecteur vérifiera les textes en vigueur à la date de son dossier. Plusieurs faits n'ont pu être vérifiés à la source : les proportions médianes officielles de Montréal, de Québec et de Gatineau (déduites des facteurs comparatifs publiés par deux des trois villes) ; le taux de la taxe foncière résidentielle 2026 de Montréal (source de presse) ; l'avis officiel du taux de taxe scolaire 2026-2027 (communiqué de centre de services scolaire) ; le mécanisme d'ajustement de l'évaluation uniformisée aux fins scolaires, non détaillé, nos calculs retenant l'évaluation uniformisée sans ajustement. La jurisprudence *Sun Life* (1950) et *Notre-Dame de Bon-Secours* (1994) est résumée d'après des sources secondaires, sans extrait textuel, et l'arrêt de la Cour suprême dans *Jardins de Vérone* était attendu au moment d'écrire. Le Manuel d'évaluation foncière du Québec n'est pas libre de droits : il est cité et paraphrasé, jamais reproduit. L'exemple repose sur un jeu synthétique dont le rôle fictif a été généré avec un bruit indépendant de la valeur ; son PRB positif est un artefact de construction analysé dans le texte, et la stabilité de ses ratios par secteur découle des lois de génération, non d'une observation du rôle de Gatineau. Le modèle hédonique utilisé pour le rajustement temporel et pour la valeur du sujet est estimé sur l'ensemble des 600 ventes, y compris des ventes postérieures à mars 2026 qu'un analyste n'aurait pas eues en main au moment de contester ; le taux de voisinage médian de Gatineau a été appliqué au sujet faute de connaître son unité de voisinage fictive ; enfin, les règles particulières des art. 244.45 et suivants sur les coefficients entre catégories n'ont pas été examinées et les taux municipaux sont rapportés tels que fixés par règlement, sans vérification de leur conformité à ces règles.

À retenir

- Le rôle est triennal (art. 14) ; sa date de référence au marché est le 1er juillet du deuxième exercice précédent (art. 46 al. 1), et l'état de l'unité, physique, économique, juridique et environnemental, est apprécié à cette date ; les ventes antérieures et postérieures sont admissibles si elles sont rajustées.
- La valeur réelle (art. 43) est une valeur d'échange parente de la valeur marchande professionnelle ; la loi exige surtout que les valeurs inscrites tendent vers une même proportion des valeurs réelles (art. 42), mesurée par la proportion médiane, dont l'inverse est le facteur comparatif (art. 264).
- L'étude de ratios réglementaire rajuste les prix à la date de référence, épure les ratios au-delà de deux écarts-types autour de la médiane et exige, après équilibration, une proportion médiane de 95 à 105 % et un écart type relatif plafonné selon l'homogénéité du parc.
- Le COD mesure l'uniformité horizontale, le PRD et le PRB l'uniformité verticale ; les seuils de l'IAAO sont de 5 à 15 pour le COD unifamilial, de 0,98 à 1,03 pour le PRD et de ±0,05 pour le PRB, mais ces statistiques ont des artefacts et doivent être complétées par une analyse par strates.
- Le compte de taxes est la somme des taux ad valorem appliqués à la valeur inscrite,

de la taxe scolaire appliquée à l'évaluation uniformisée au-delà de 25 000 $ et de tarifications fixes ; seul le taux marginal compte dans une contestation. Le droit de mutation est calculé sur la plus élevée du prix et de la valeur uniformisée.
- La demande de révision se dépose avant le 1er mai suivant l'entrée en vigueur du rôle, sur la formule prescrite et avec les frais ; l'évaluateur répond au plus tard le 1er septembre ; le recours au Tribunal est formé dans les soixante jours de la réponse. Le Tribunal fixe la valeur réelle, la divise par le facteur du premier exercice et peut hausser la valeur.
- Un dossier de contestation établit la valeur réelle à la date de référence, compare le ratio personnel à la proportion médiane, calcule le gain net au taux marginal et ne recommande la contestation que si l'écart dépasse le seuil de rentabilité ; dans l'exemple, le sujet du cas 1 ne doit pas contester, l'acheteur récent le doit.

Exercices

Exercice 9.1 — Facteur comparatif et évaluation uniformisée ★

Un rôle a une proportion médiane de 92 % pour son premier exercice. Calculez le facteur comparatif, l'évaluation uniformisée d'une maison inscrite pour 468 000 $ et la taxe scolaire 2026-2027 qu'elle supporte au taux de 0,07899 $ par 100 $ sur l'évaluation uniformisée excédant 25 000 $ (sans ajustement). Expliquez pourquoi deux maisons de même valeur réelle situées dans des municipalités dont les proportions médianes diffèrent paient la même taxe scolaire.

Exercice 9.2 — Compte de taxes à Gatineau ★

À l'aide des taux 2026 du règlement 994-2025 rapportés au tableau 9.3 (taux de voisinage médian de 5,232 $ par 1 000 $, taxes spéciales de 1,417 et 0,830 $, taxe de l'ex-Ville de Hull de 0,036 $, compensation de 178,83 $ par logement) et d'un facteur comparatif de 1,02, établissez le compte de taxes municipal et scolaire 2026 d'une maison de Hull inscrite pour 468 000 $ et raccordée aux réseaux. Reprenez le calcul si la maison n'est raccordée ni à l'aqueduc ni à l'égout (crédits de 0,386 et 0,523 $ par 1 000 $). Quelle part du compte ne dépend pas de la valeur inscrite ?

Exercice 9.3 — Une petite étude de ratios ★★

Huit ventes rajustées à la date de référence ont les prix suivants ($) : 450 000, 480 000, 445 000, 560 000, 690 000, 500 000, 400 000 et 600 000, pour des valeurs inscrites de 412 000, 455 000, 398 000, 520 000, 610 000, 470 000, 388 000 et 545 000. Calculez les ratios, la médiane, la moyenne, le ratio pondéré, le COD, le PRD et l'écart type relatif à la médiane de l'annexe III ; appliquez l'épuration du r. 10 et dites si une vente est retirée.

Le rôle respecte-t-il les seuils de l'IAAO et les normes du r. 13 pour une municipalité dont l'indice de concentration unifamiliale est de 85 % ? Que faudrait-il de plus pour conclure sur l'équité verticale ?

Exercice 9.4 — Droits de mutation et facteur comparatif ★★

Une maison se vend 575 000 $ en 2026. Calculez le droit de mutation sous le barème général, sous celui de Montréal et sous celui de Gatineau (après le 25 février 2026), à l'aide du tableau 9.4. La maison est inscrite au rôle de Gatineau pour 620 000 $ et le facteur comparatif est de 1,02 : quelle est la base d'imposition et quel droit l'acheteur paie-t-il réellement ? Commentez l'incitation que crée l'art. 1.1 de la loi pour un acheteur qui a payé moins que l'évaluation uniformisée.

Exercice 9.5 — Taille de l'échantillon réglementaire ★★

Calculez la taille de la liste de base du r. 10 pour des municipalités de 1 000, 10 000, 103 355 et 514 614 unités d'évaluation. Quelle fraction des unités cela représente-t-il dans chaque cas, et pourquoi la fraction décroît-elle ? Une municipalité de 1 000 unités n'a enregistré que 24 ventes d'au moins 5 000 $ au cours du deuxième exercice précédent : que prévoit le règlement, et la norme d'écart type relatif du r. 13 s'applique-t-elle si le total des ventes des deuxième, troisième et quatrième exercices précédents est de 28 ?

Exercice 9.6 — Échéancier d'une contestation du rôle 2027-2029 de Gatineau ★★★

Le rôle 2027-2029 de Gatineau entre en vigueur le 1er janvier 2027. Dressez l'échéancier complet d'une contestation : date de référence au marché, date limite de l'avis d'évaluation, date limite de la demande de révision, date limite de la réponse de l'évaluateur avec les reports possibles, délai d'entente et date limite du recours au Tribunal si la réponse est expédiée le 1er septembre 2027, puis si elle est expédiée le 15 juin 2027. Que change, pour le délai de la demande, un avis d'évaluation expédié le 20 mars 2027 ? Le propriétaire fait démolir son garage le 10 mai 2027 : quel article s'applique, à quelle date la modification prend-elle effet et quel délai a-t-il pour la contester après l'avis de l'art. 180 expédié le 30 juillet 2027 ? Indiquez pour chaque date la disposition de la loi.

Exercice 9.7 — Régressivité simulée et choix de la variable proxy ★★★

À l'aide de `traite.hedonique.statistiques_ratio` et du script `analysis/python/cases/ch09_ratios.py`, simulez un rôle régressif : tirez 400 valeurs réelles log-normales, des prix égaux à ces valeurs à un bruit de 8 % près et des valeurs inscrites proportionnelles à la valeur réelle élevée à la puissance 0,9 (graine 20261031 ; fonction `exercices`, clé `ex7`). Rapportez la médiane, le COD, le

PRD et le PRB, et interprétez-les au regard de la proposition 9.1. Recalculez ensuite le PRB du rôle fictif du cas 1 en remplaçant la valeur proxy de l'IAAO par le seul prix rajusté (`prb_proxy_prix`) et expliquez, en 150 mots, pourquoi les deux variantes divergent et laquelle vous présenteriez devant le Tribunal.

Pour aller plus loin

Le texte de référence sur l'évaluation de masse reste celui de Gloudemans et Almy (2011), publié par l'IAAO, qui couvre la stratification, la spécification et le calibrage des modèles, les études de ratios et les indicateurs d'équité ; la synthèse antérieure de Gloudemans (1999) en donne l'historique. Les normes elles-mêmes, Standard on Ratio Studies (International Association of Assessing Officers 2013), Standard on Mass Appraisal of Real Property (International Association of Assessing Officers 2025) et Standard on Automated Valuation Models (International Association of Assessing Officers 2018), sont librement accessibles et doivent être lues dans leur version courante, une révision du premier étant en cours. L'ouvrage dirigé par Kauko et d'Amato (2008) offre une perspective internationale, avec le chapitre de Des Rosiers et Thériault (2008) sur la modélisation hédonique et les externalités urbaines dans le contexte québécois ; McCluskey et al. (2013) et Hong et al. (2020) comparent la précision des régressions et des méthodes d'apprentissage en évaluation de masse. Sur le lien entre valeurs au rôle et indices de prix, Clapp et Giaccotto (1992) demeurent la référence. Pour le droit, la lecture de la Loi sur la fiscalité municipale (Québec 1979b), du Règlement sur le rôle (Québec 1994) et du Règlement sur la proportion médiane (Québec 1993a) dans leurs versions consolidées est indispensable, de même que la consultation du Manuel d'évaluation foncière du Québec dans son édition courante (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026) ; les normes de pratique de l'OEAQ relatives au rôle foncier et à la révision (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) complètent le cadre professionnel de l'expert appelé à témoigner.

CHAPITRE 10

10

Normes OEAQ, éthique et rapports

Les chapitres précédents ont établi ce qu'est la valeur, quels droits on évalue et dans quel cadre juridique et fiscal l'immeuble s'inscrit. Le présent chapitre traite d'une autre forme de contrainte, qui ne porte pas sur l'objet évalué mais sur celui qui évalue : les règles professionnelles qui encadrent l'acte d'évaluation au Québec, les devoirs déontologiques de l'évaluateur agréé, les cadres normatifs canadiens et internationaux avec lesquels la pratique québécoise dialogue, et la manière dont tout cela se traduit dans le rapport remis au client. Ces règles ne sont pas un ornement administratif : elles déterminent ce qu'un rapport doit contenir pour être recevable, ce qu'un évaluateur peut accepter comme mandat, ce qu'il doit divulguer et ce dont il répond. Le chapitre distingue soigneusement ce que la norme exige, ce que la loi prévoit, ce qui relève de l'usage et ce que l'on peut modéliser. Il comporte peu de calculs, mais il formalise quelques idées utiles : la conformité d'un rapport comme un taux de couverture d'une liste fermée d'éléments, l'incidence d'une hypothèse extraordinaire comme un écart de valeur, la probabilité qu'une lacune échappe à une chaîne de révisions. L'exemple intégral applique un contrôle automatique des douze éléments du contenu minimal à des extraits de rapports fictifs, et les exercices demandent au lecteur de réviser ces extraits d'un œil critique.

Objectifs pédagogiques

- Décrire le système professionnel québécois de l'évaluation : titre réservé, champ d'exercice, conditions d'accès, obligations continues.
- Distinguer, dans les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ, les règles coercitives des directives, la substance de l'évaluation (norme 1) de sa communication (norme 2), et les trois formes de rapport écrit.
- Énumérer et appliquer les douze éléments du contenu minimal d'un rapport écrit, et formuler correctement une hypothèse extraordinaire avec son incidence sur la valeur.
- Repérer les situations déontologiques sensibles (indépendance, conflit d'intérêts, double rôle, honoraires conditionnels, secret professionnel) et la conduite qu'exige le Code de déontologie.
- Situer les NPP par rapport aux IVS 2025, au CUSPAP 2026, à l'USPAP 2024, au Red

Book de la RICS et aux normes de l'IAAO, en connaissant l'état de vérification de chacun.
- Organiser la révision et le contrôle de la qualité d'un rapport, et rédiger une conclusion de valeur dont le langage reflète fidèlement l'incertitude.
- Expliquer le régime de responsabilité civile de l'évaluateur et le rôle de l'assurance responsabilité professionnelle.

10.1 Le système professionnel québécois

10.1.1 Un titre réservé, un champ d'exercice défini

Au Québec, l'évaluation immobilière est encadrée par le système professionnel que le Code des professions institue pour l'ensemble des ordres (Québec 1973a). L'Ordre des évaluateurs agréés du Québec (OEAQ), fondé en 1969, est l'un de ces ordres. La profession d'évaluateur est une profession à **titre réservé** et non à exercice exclusif : la loi réserve aux membres de l'Ordre les titres d'« évaluateur agréé » et d'« estimateur agréé », ainsi que les initiales « E.A. » et « C.App. » (Québec 1973a, art. 36 j)), mais elle n'interdit pas à quiconque d'exprimer une opinion sur la valeur d'un immeuble. La conséquence pratique est importante : un courtier, un prêteur ou un logiciel peuvent produire une estimation, mais seul l'évaluateur agréé engage un titre professionnel, un code de déontologie, des normes de pratique, une inspection professionnelle et une assurance responsabilité obligatoire. C'est ce faisceau d'obligations, et non un monopole, qui fonde la valeur probante du rapport signé par un évaluateur agréé devant un tribunal, un prêteur ou une municipalité.

Le champ d'exercice est décrit à l'article 37 j) du Code des professions : l'évaluateur agréé formule « une opinion dûment motivée de la valeur d'un bien ou d'un droit immobilier », et, en matière d'expropriation, de biens mobiliers ou immobiliers ; il détermine aussi la valeur des biens assujettis à l'évaluation foncière conformément à la Loi sur la fiscalité municipale (Québec 1973a, art. 37 j)). Trois mots de cette définition structurent tout le chapitre. L'évaluateur produit une *opinion*, c'est-à-dire un jugement professionnel et non un fait mesuré ; cette opinion est *motivée*, c'est-à-dire qu'elle doit s'appuyer sur un raisonnement exposé et vérifiable ; elle porte sur la *valeur* d'un bien ou d'un droit, ce qui renvoie aux bases de valeur du chapitre 2 et oblige à nommer celle qui est recherchée. L'évaluation foncière municipale, traitée au chapitre 9, est expressément visée : c'est pourquoi les NPP comportent des normes propres au rôle d'évaluation, et pourquoi le Code de déontologie prévoit une règle particulière pour l'évaluateur qui confectionne un rôle et qui serait sollicité par un contribuable du même territoire.

Au Québec

L'OEAQ comptait 1 188 membres au 31 mars 2025, dont 392 femmes et 796 hommes, auxquels s'ajoutaient 123 stagiaires et 535 étudiants inscrits ; 48 nouveaux permis avaient été délivrés durant l'exercice, et 7 radiations prononcées. Les membres exerçaient à 52,3 % dans des firmes privées, à 19,7 % dans des municipalités, à 18,1 % dans les gouvernements et le secteur parapublic et à 3,2 % dans des institutions financières ; les régions de Montréal (363 membres) et de la Capitale-Nationale (284) en regrou-

paient plus de la moitié (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2025, section 5, p. 59–61). Le rapport annuel 2024-2025 signale aussi que la couverture de l'assurance responsabilité professionnelle a été portée à 2 000 000 $ le 1er avril 2025, qu'une modernisation des normes de pratique est en cours et qu'un projet de permis dédié aux évaluateurs résidentiels est à l'étude (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2025). Ces chiffres, consultés le 31 octobre 2026, décrivent une profession de petite taille au regard des quelque 20 000 ventes résidentielles conclues chaque trimestre au Québec (20 935 au troisième trimestre de 2026 selon l'APCIQ (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e)), ce qui explique le recours croissant des prêteurs à des évaluations automatisées pour les dossiers simples et la place que l'inspection professionnelle accorde à la qualité des dossiers.

10.1.2 L'accès à la profession

Les conditions de délivrance du permis sont fixées par règlement de l'Ordre (Québec 2026i). Le candidat doit détenir un diplôme reconnu ou une équivalence, obtenir un certificat de stagiaire, accomplir un stage, suivre le cours de l'Ordre sur les normes et l'éthique, réussir l'examen d'admission et acquitter les frais, le tout dans un délai de cinq ans à compter du certificat de stagiaire (Québec 2026i, art. 1–2). Le stage a une durée totale de 48 semaines, réparties en une ou plusieurs périodes d'au moins quatre semaines chacune, à raison d'au moins 35 heures par semaine (Québec 2026i, art. 8). L'examen est annuel, comporte une partie orale et une partie écrite, porte sur le Code des professions, les règlements de l'Ordre, les normes de pratique, les méthodes et techniques d'évaluation, et exige la note minimale C (Québec 2026i, art. 23, 27, 29). Le règlement situe l'examen « avant le premier dimanche de novembre », alors que le site de l'Ordre indique qu'il se tient au mois de septembre (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2026a) ; cette divergence entre le texte réglementaire et l'information administrative, relevée lors de la vérification des sources, est signalée ici parce qu'elle illustre une règle de méthode : lorsque deux sources officielles diffèrent, le texte réglementaire fait foi et l'écart est documenté.

Trois diplômes universitaires québécois donnent accès au permis selon la page d'information de l'Ordre : le baccalauréat en administration des affaires de l'UQAM (concentration immobilier), le programme de gestion urbaine et immobilière de l'Université Laval et le programme de gestion immobilière et évaluation de l'UQO (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2026a). Pour les diplômes obtenus hors du Québec, le règlement sur les normes d'équivalence exige un diplôme universitaire d'au moins 1 350 heures, dont 585 heures réparties par domaine, et prévoit des équivalences de formation (Québec 2026j, art. 2, 4). Le tableau 10.1 rassemble les règlements de l'Ordre que l'évaluateur rencontre dans sa pratique quotidienne, avec la disposition clé de chacun.

10.1.3 Les obligations continues : formation, dossiers, inspection

L'inscription au tableau ne clôt pas les obligations de l'évaluateur ; elle en ouvre trois autres, permanentes. La première est la **formation continue**. Le règlement exige au moins 30 heures d'activités de formation continue par période de référence de deux ans, qui débute le 1er janvier d'une année paire, dont au moins 3 heures en éthique, en déontologie et en normes de pratique (Québec 2023b, art. 1–2). Un excédent d'au plus 5 heures peut être

Tableau 10.1. Règlements de l'OEAQ encadrant la pratique (RLRQ, c. C-26) et dispositions clés

Règlement	Objet	Disposition clé (paraphrase)
r. 123 Code de déontologie	Devoirs envers le public, le client et la profession	Normes de pratique obligatoires (art. 4) ; indépendance (art. 17) ; conflits d'intérêts (art. 19) ; honoraires conditionnels interdits sauf exceptions (art. 24.1) ; rapport conforme aux normes (art. 41)
r. 124 Comité d'inspection professionnelle	Surveillance de l'exercice	Inspection portant « plus particulièrement sur les dossiers, livres et registres » ; comité de 12 membres inscrits depuis au moins 5 ans ; avis de 15 jours ; enquête particulière sur la compétence (art. 19)
r. 126 Délivrance des permis	Accès à la profession	Diplôme, certificat de stagiaire, stage de 48 semaines, cours normes et éthique, examen annuel ; délai de 5 ans (art. 1–2, 8, 23)
r. 127.1 Formation continue obligatoire	Maintien de la compétence	Au moins 30 heures par période de deux ans débutant le 1er janvier d'une année paire, dont au moins 3 heures en éthique, déontologie et normes ; report maximal de 5 heures ; radiation en cas de défaut (art. 1–3, 17)
r. 129 Équivalences	Diplômes et formation hors Québec	Diplôme d'au moins 1 350 heures dont 585 réparties (art. 2)
r. 133 Tenue des dossiers et cessation d'exercice	Dossier professionnel	Un dossier par contrat ou client ; contenu prescrit ; conservation d'au moins 5 ans après le dernier service ; confidentialité ; cession et garde provisoire (art. 2, 4, 6, 7, 17–29)

Source : synthèse de l'auteur d'après LégisQuébec, textes à jour au 1er juillet 2026, consultés le 31 octobre 2026 (Québec 2000 ; Québec 2026g ; Québec 2026i ; Québec 2023b ; Québec 2026j ; Québec 2026f) ; liste des règlements : Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2026c).

reporté à la période suivante ; la déclaration doit être transmise au plus tard le 31 janvier qui suit la fin de la période, les pièces justificatives conservées cinq ans, et le défaut non corrigé entraîne la radiation (Québec 2023b, art. 3, 7, 8, 17). On peut écrire le mécanisme du report sous forme récursive : si H_t désigne les heures accomplies durant la période t et r_t le report reçu de la période précédente, le report transmis à la période suivante est

$$r_{t+1} = \min\{5,\ \max\{0,\ H_t + \min\{5, r_t\} - 30\}\}, \tag{10.1}$$

et la période est conforme si $H_t + \min\{5, r_t\} \geq 30$ et si les heures d'éthique, de déontologie et de normes atteignent 3. Le report ne s'applique qu'au volume total ; le minimum de trois heures en éthique doit être satisfait à l'intérieur de chaque période. L'exercice 10.2 applique cette règle.

La deuxième obligation est la **tenue des dossiers**. L'évaluateur constitue un dossier par contrat de services ou par client, y consigne les éléments prescrits et le conserve pendant au moins cinq ans après le dernier service rendu (Québec 2026f, art. 2, 4, 6). Cette durée a une portée qui dépasse l'archivage : c'est le dossier, et non le rapport, qui permet de reconstituer après coup le raisonnement, les données consultées, les vérifications faites et les communications avec le client. Un rapport sans dossier est une conclusion sans preuve. La troisième obligation est de se soumettre à l'**inspection professionnelle**. Le comité d'inspection, formé de douze membres inscrits au tableau depuis au moins cinq ans, surveille l'exercice de la profession « plus particulièrement sur les dossiers, livres et registres », donne un avis d'au moins quinze jours et peut recommander une enquête particulière sur la compétence d'un membre (Québec 2026g, art. 1, 2, 11, 19). Les trois obligations se tiennent : la formation entretient la compétence, le dossier en garde la trace, l'inspection la vérifie. Le section 10.5 montre comment le contrôle interne de la qualité prolonge cette logique à l'échelle de chaque rapport.

10.2 Les Normes de pratique professionnelle

10.2.1 Architecture des normes

Les **Normes de pratique professionnelle** (NPP) de l'OEAQ sont le texte de référence de la pratique québécoise. L'édition en vigueur est celle « en vigueur depuis le 1er février 2024 », date de la révision de la norme 11 consécutive à la nouvelle Loi concernant l'expropriation ; le fichier diffusé par l'Ordre est daté du 24 mars 2025, et les textes de fond des normes 1 et 2 portent des mentions d'adoption de 1998, 2000 et 2016 (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2026b). Les normes sont organisées par paires : à chaque type d'acte professionnel correspond une norme sur l'acte lui-même et une norme sur sa communication. Le tableau 10.2 en donne la structure. Les normes 1 et 2, qui régissent l'évaluation d'un bien immobilier et la communication de ses résultats, sont celles que le présent ouvrage mobilise ; les normes 19 à 22 concernent l'évaluation municipale et sont évoquées au chapitre 9. Les normes 17 et 18 sont annoncées « à venir ». Il n'existe pas, contrairement à une idée répandue, de « norme d'inspection professionnelle » dans les NPP : l'inspection professionnelle relève d'un règlement distinct (Québec 2026g), et l'inspection de l'immeuble, elle, est une règle de la norme 2.

Tableau 10.2. Structure des Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (édition en vigueur depuis le 1er février 2024)

Normes	Objet	Remarques
1 et 2	Acte d'évaluation d'un bien immobilier ; communication	Cœur de la pratique ; règle 1.2 (12 éléments de substance), règle 2.3 (12 éléments du rapport), 2.4 inspection, 2.5 signature
3 et 4	Examen d'un rapport d'évaluation	Révision par un tiers ; voir section 10.5
5 et 6	Consultation	Services autres que l'opinion de valeur
7 et 8	Biens meubles	Hors du périmètre de l'ouvrage
9 et 10	Entreprises	Hors du périmètre de l'ouvrage
11 et 12 ; 11.1 et 12.1	Expropriation	Norme 11 révisée le 1er février 2024
13 et 14	Assurance	Valeur de reconstruction (voir chapitre 7)
15 et 16	Fonds de prévoyance	Copropriété divise (chapitres 7 et 42)
17 et 18	—	« À venir » dans l'édition consultée
19 ; 20 à 20.3	Rôle d'évaluation foncière et locative ; documents, évaluation municipale, révision	Voir chapitre 9
21 et 22	Recours	Contestation et expertise devant le TAQ

Source : table des matières des NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), consultée le 31 octobre 2026 ; annexes A à F non reproduites.

10.2.2 Règles coercitives et directives

La première distinction à maîtriser est celle que l'introduction des NPP établit entre deux catégories de dispositions : « Les normes de pratique sont constituées de règles coercitives et de directives » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, Intro-1). Les **règles coercitives** s'imposent sans exception ; l'introduction en dresse la liste, qui comprend notamment la règle 1.1, l'élément 12 de la règle 1.2 et les règles 2.1 à 2.5. Les **directives** décrivent la pratique attendue, mais l'évaluateur peut s'en écarter avec l'accord préalable du client, à condition d'exposer l'écart dans son rapport, ce qu'exige l'élément 11 de la règle 2.3 (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, Intro-1 , règle 2.3). La distinction n'est pas académique. Elle signifie qu'un rapport ne peut jamais omettre l'un des douze éléments du contenu minimal ni se dispenser d'inspection sans explication, mais qu'il peut, par exemple, s'écarter d'une manière habituelle de présenter une analyse si le client y consent et si le rapport le dit. Elle signifie aussi que la conformité se vérifie à deux niveaux : la présence des éléments obligatoires, qui est binaire, et la justification des écarts aux directives, qui relève du jugement. Dans tout ce chapitre, la formule « la norme exige » renvoie à une règle coercitive, et « la norme prévoit » ou « il est d'usage » à une directive ou à une pratique.

10.2.3 Norme 1 : la substance de l'évaluation

La norme 1 porte sur l'acte d'évaluation lui-même, indépendamment de la façon dont il sera communiqué. Sa règle 1.2 énumère douze éléments que tout acte d'évaluation immobilière doit traiter (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 1.2) : l'objet de

l'évaluation ; sa fin ; son but, c'est-à-dire la valeur recherchée ; sa date ; l'étendue du travail ; les réserves et hypothèses extraordinaires ; les biens meubles compris ; les démembrements du droit de propriété ; les restrictions au droit de propriété ; les forces du marché ; l'usage le meilleur et le plus profitable ; les méthodes et techniques. Trois de ces éléments méritent un commentaire immédiat, parce qu'ils relient la norme aux chapitres qui précèdent. L'élément 3 dispose que « Dans tous les cas, l'évaluateur doit définir le but qu'il vise à atteindre, i.e. la valeur qu'il recherche » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 1.2, élément 3) : c'est l'obligation de nommer la base de valeur, et de retenir la définition légale lorsque la loi en prescrit une, comme la valeur réelle de la Loi sur la fiscalité municipale (Québec 1979b, art. 43–45) ou l'indemnité d'expropriation. Les éléments 8 et 9 imposent d'identifier les démembrements et les restrictions au droit de propriété, ce qui est l'objet des chapitres 2, 6 et 7. L'élément 6 exige que l'évaluateur tienne compte « de toute réserve et hypothèse extraordinaires pouvant avoir une influence directe sur l'évaluation de l'immeuble » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 1.2, élément 6) ; la section 10.2.5 y revient.

La norme 1 décrit donc un *processus* autant qu'un contenu. La figure 10.1 le schématise en sept étapes, de la définition du mandat à la communication, et indique pour chacune les éléments de la règle 1.2 qu'elle traite et les éléments de la règle 2.3 auxquels elle donnera lieu dans le rapport. L'ordre des étapes est celui de la pratique nord-américaine, que l'on retrouve chez Appraisal Institute (2026) et dans l'édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) ; il n'est pas prescrit tel quel par les NPP, mais il épouse leur logique : on ne peut pas choisir une méthode avant d'avoir identifié les droits évalués et l'usage le meilleur et le plus profitable, ni formuler une conclusion avant d'avoir réconcilié les indications.

10.2.4 Norme 2 : la communication

La norme 2 régit la communication des résultats. Sa règle 2.1 fixe trois qualités que tout rapport doit posséder : un exposé clair et précis ; une information suffisante pour que le destinataire comprenne le rapport et puisse s'y fier ; la divulgation claire de « toute hypothèse ou toute réserve extraordinaire pouvant avoir une influence directe sur l'évaluation », avec l'indication de son incidence sur la valeur (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.1 a), b), c)). Les règles 2.2 et 2.3 distinguent ensuite trois formes de rapport écrit, que le tableau 10.3 résume : le rapport narratif complet, le rapport abrégé et le rapport de mise à jour. La différence entre les formes ne tient pas à la liste des éléments traités, qui est la même, mais à la profondeur du traitement, que les NPP expriment par trois verbes : *décrire*, *résumer*, *mentionner*. Le rapport de mise à jour est réservé au même client et renvoie au rapport original (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règles 2.2–2.3 et annexe B). On retiendra que la forme abrégée n'autorise jamais l'omission : un élément résumé en une phrase reste un élément présent, et un élément absent rend le rapport non conforme, quelle que soit sa forme.

Le cœur de la norme 2 est la règle 2.3, règle coercitive, qui énonce que tous les rapports écrits, de quelque forme qu'ils soient, doivent inclure douze éléments (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3). Le tableau 10.4 les met en correspondance avec les douze éléments de substance de la règle 1.2. Les deux listes ne coïncident pas terme à terme, et la différence est instructive. La règle 1.2 décrit ce que l'évaluateur doit *faire* ; la règle 2.3 décrit ce que le lecteur doit *trouver*. Ainsi, les forces du marché et les méthodes de la règle 1.2 se retrouvent dans l'élément 8 de la règle 2.3, « traitement de l'information et raisonnement », qui exige que le lecteur puisse suivre le chemin des données à la conclusion ;

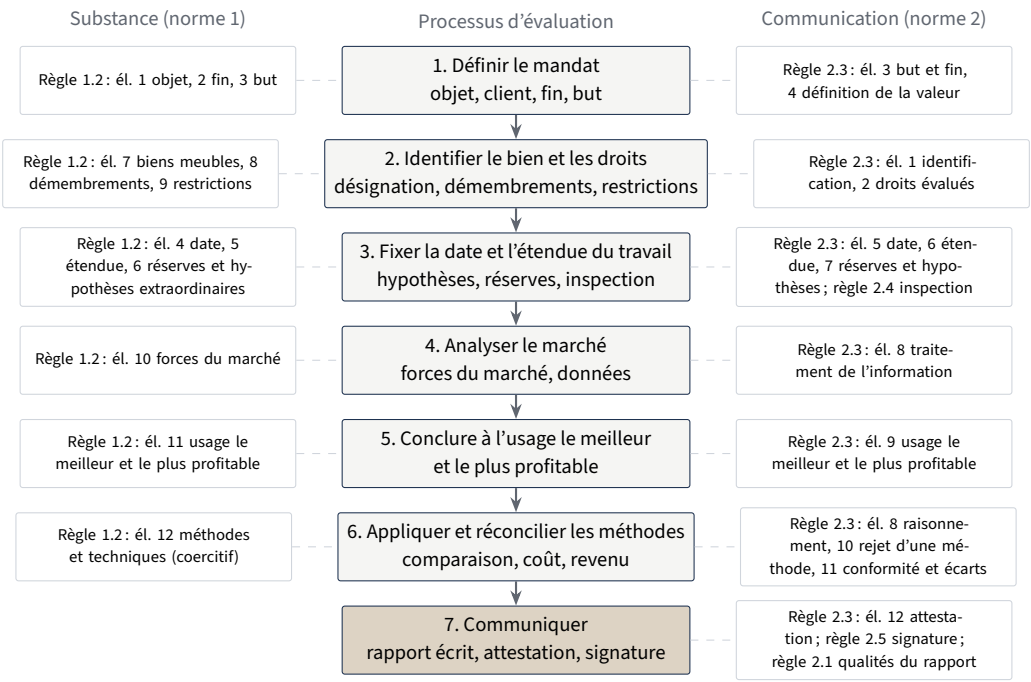


Figure 10.1. Le processus d'évaluation en sept étapes, mis en correspondance avec les douze éléments de substance de la règle 1.2 (à gauche) et les douze éléments du rapport écrit de la règle 2.3 (à droite). Chaque étape alimente une ou plusieurs rubriques du rapport ; aucune rubrique ne peut être rédigée sans l'étape qui la fonde.
Source : schéma de l'auteur d'après la structure des NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; l'ordre des étapes suit l'usage nord-américain (Appraisal Institute 2026).

Tableau 10.3. Les trois formes de rapport écrit selon la norme 2 des NPP

Forme	Usage typique	Traitement des douze éléments	Verbe
Rapport narratif complet	Litiges, expropriation, immeubles complexes, mandats institutionnels	Chaque élément est développé, les données et le raisonnement sont exposés en détail	Décrire
Rapport abrégé	Financement hypothécaire résidentiel, mandats courants, formulaires normalisés	Chaque élément est présent mais condensé ; les données détaillées demeurent au dossier	Résumer
Rapport de mise à jour	Même client, même immeuble, nouvelle date d'évaluation	Renvoi au rapport original ; chaque élément est au moins mentionné ; les changements sont décrits	Mentionner

Source : paraphrase de l'auteur d'après les règles 2.2 et 2.3 et l'annexe B des NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; l'annexe B n'est pas reproduite.

les biens meubles, les démembrements et les restrictions se retrouvent dans l'identification et les droits évalués ; et trois éléments de la règle 2.3 n'ont pas d'équivalent direct dans la règle 1.2, parce qu'ils sont propres à la communication : l'explication du rejet d'une méthode traditionnelle (élément 10), la déclaration de conformité à la substance et l'exposé des écarts aux directives (élément 11), et l'attestation (élément 12).

Tableau 10.4. Grille de contenu du rapport écrit : les douze éléments de la règle 2.3 et leur correspondance avec la règle 1.2

N°	Élément du rapport (règle 2.3)	Ce que le lecteur doit pouvoir vérifier	Règle 1.2
1	Identification physique et légale	Quel immeuble, quel lot, quelle adresse, quelles composantes ; biens meubles inclus	1, 7
2	Droits de propriété évalués	Pleine propriété ou droit démembré ; charges, servitudes, baux, restrictions	8, 9
3	But et fin de l'évaluation	Quelle valeur est recherchée, pour quel usage, pour quel destinataire	2, 3
4	Définition de la valeur	Texte de la définition retenue (valeur marchande des NPP, valeur réelle de la LFM, etc.)	3
5	Date d'évaluation	Date à laquelle l'opinion s'applique, distincte de la date du rapport et de l'inspection	4
6	Étendue du travail	Recherches, vérifications, inspection, limites du travail accompli	5
7	Réserves et hypothèses de base	Réserves limitant la portée ; hypothèses de base ; hypothèses extraordinaires avec incidence	6
8	Traitement de l'information et raisonnement	Données, analyse du marché, méthodes, ajustements, réconciliation	10, 12
9	Usage le meilleur et le plus profitable	Conclusion motivée sur l'usage, terrain vacant et tel qu'aménagé	11
10	Rejet d'une méthode traditionnelle	Pourquoi une méthode n'a pas été appliquée	12
11	Conformité à la substance ; écarts aux directives	Déclaration de conformité à la norme 1 ; écarts convenus avec le client	—
12	Attestation	Déclaration signée et datée selon le modèle imposé	—

Source : paraphrase de l'auteur d'après les règles 1.2 et 2.3 des NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; la correspondance (dernière colonne) est une interprétation de l'auteur, non un tableau de la norme.

Cette liste fermée permet de définir une mesure élémentaire de conformité. Pour un rapport donné, soit c_k l'indicatrice de présence de l'élément k :

$$c_k = \mathbf{1}\{\text{l'élément } k \text{ de la règle 2.3 est traité dans le rapport}\}, \qquad k = 1, \dots, 12. \tag{10.2}$$

Le **taux de conformité formelle** est la proportion des éléments présents :

$$\tau = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} c_k. \tag{10.3}$$

Puisque la règle 2.3 est coercitive, le seul taux acceptable est $\tau = 1$; tout rapport pour lequel $\tau < 1$ est non conforme, et la liste des k tels que $c_k = 0$ est la liste des corrections à apporter. La mesure est volontairement rudimentaire : elle ne dit rien de la qualité du traitement, et un élément présent peut être mal traité. Son intérêt est opérationnel : elle se prête à une liste de contrôle, à une révision par un tiers et, comme le montre l'exemple de la section 10.5.2, à un contrôle automatique de premier niveau.

10.2.5 Hypothèses extraordinaires et réserves

Parmi les douze éléments, le septième concentre la plus grande part des difficultés rédactionnelles et des litiges. La règle 2.3 dispose que « Dans tous les rapports, l'évaluateur doit mentionner les réserves limitant la portée de son acte et les hypothèses de base », et que les hypothèses extraordinaires doivent être décrites et rappelées chaque fois que la conclusion de valeur est énoncée (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 7). L'annexe E des NPP fournit un modèle de réserves et d'hypothèses de base, non contraignant quant à la forme mais à suivre sur le fond (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Il faut distinguer trois notions. Une **réserve** (ou condition limitative) délimite ce que l'évaluateur n'a pas fait ou ne garantit pas : il n'a pas vérifié les titres, il n'est pas ingénieur, il n'a pas inspecté les parties inaccessibles. Une **hypothèse de base** est une supposition courante, tenue pour vraie sauf indication contraire : le titre est valide, les renseignements fournis sont exacts, aucun vice caché n'affecte le bien. Une **hypothèse extraordinaire** est une supposition propre au mandat, dont la fausseté changerait matériellement la conclusion : le permis sera délivré, la contamination signalée est absente, l'immeuble sera livré conforme aux plans.

Le CUSPAP 2026 de l'Institut canadien des évaluateurs (ICE, *Appraisal Institute of Canada*) offre une terminologie plus fine, utile pour clarifier la pratique québécoise. Il distingue l'*extraordinary assumption*, hypothèse directement liée au mandat qui, si elle se révélait fausse, « could materially alter the opinions or conclusions » ; la *hypothetical condition*, cas particulier où l'on tient pour vraie une information « simulated but untrue » sur les caractéristiques physiques, légales ou économiques du bien ; et l'*extraordinary limiting condition*, modification ou exclusion d'une règle de la norme qui peut réduire la fiabilité du rapport (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3, Definitions). La condition hypothétique est l'hypothèse extraordinaire dont on *sait* qu'elle est fausse à la date d'évaluation : évaluer un immeuble « comme si » les travaux étaient achevés, par exemple pour un financement à la construction. Les NPP ne distinguent pas formellement ces deux cas, mais l'exigence d'en indiquer l'incidence sur la valeur s'applique aux deux, et la pratique prudente consiste à nommer explicitement la nature de l'hypothèse.

L'exigence d'indiquer l'incidence sur la valeur se formalise simplement. Soit $V_{|H}$ la valeur conclue sous l'hypothèse extraordinaire H et $V_{|\neg H}$ la valeur qui prévaudrait si H était fausse. L'**incidence** de l'hypothèse est l'écart

$$\Delta V_H = V_{|H} - V_{|\neg H}, \tag{10.4}$$

que le rapport exprime en dollars et, utilement, en proportion de $V_{|\neg H}$. La raison pour laquelle la norme exige cette indication apparaît si l'on considère le lecteur du rapport, qui ne sait pas si H est vraie. S'il attribue à H une probabilité p, la valeur qu'il devrait retenir pour sa décision est l'espérance

$$\mathrm{E}[V] = p\,V_{|H} + (1-p)\,V_{|\neg H} = V_{|\neg H} + p\,\Delta V_H, \tag{10.5}$$

de sorte qu'un rapport qui ne donne que $V_{|H}$ surestime la valeur attendue de $(1-p)\,\Delta V_H$. Donner ΔV_H, ou les deux valeurs, restitue au lecteur l'information nécessaire ; c'est lui, et non l'évaluateur, qui connaît ou apprécie p. L'évaluateur ne doit pas remplacer $V_{|H}$ par $\mathrm{E}[V]$, parce que la valeur marchande est une estimation conditionnelle à un état du bien et non un pari sur cet état ; mais il doit rendre le calcul possible. Dans l'extrait fictif B de la section 10.5.2, l'hypothèse qu'un permis d'agrandissement a été obtenu conduit à une valeur de 612 000 $; si, sans permis, la valeur était de 575 000 $, l'incidence serait de 37 000 $, soit 6,43 %, et un lecteur qui attribuerait 60 % de chances à l'existence du permis retiendrait 597 200 $. Ces chiffres sont fictifs et ne servent qu'à illustrer le mécanisme.

En pratique

Une hypothèse extraordinaire bien rédigée comporte quatre éléments : l'énoncé précis de ce qui est supposé ; la raison pour laquelle l'évaluateur ne peut pas le vérifier à la date du rapport ; l'incidence sur la valeur si l'hypothèse se révélait fausse, en dollars ou en pourcentage, ou au minimum son sens et son ordre de grandeur ; et le rappel de l'hypothèse à chaque énoncé de la conclusion, y compris dans le sommaire et la lettre d'envoi. Une formulation du type « nous présumons que les travaux sont conformes » qui n'est suivie d'aucune de ces précisions n'est pas une hypothèse extraordinaire au sens de la norme : c'est une réserve déguisée, et elle n'exonère de rien, comme le rappelle la section 10.7.

10.2.6 Inspection et signature

Deux règles coercitives closent la norme 2. La règle 2.4 pose que « Tout immeuble évalué doit faire l'objet d'une inspection, à moins de circonstances exceptionnelles lesquelles seront expliquées au rapport » ; chaque signataire atteste avoir personnellement inspecté l'immeuble ou, à défaut, le mentionne explicitement ; l'inspection doit au minimum permettre de décrire l'immeuble, de fonder la conclusion sur l'usage le meilleur et le plus profitable et de soutenir les comparaisons (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.4). Le chapitre 11 traite de l'inspection comme technique ; ici, il suffit de noter que la norme en fait une obligation dont l'omission doit être expliquée, et non une option tarifaire. Les évaluations « sur dossier » que certains prêteurs demandent pour des biens standard ne sont conformes que si le rapport dit clairement que l'immeuble n'a pas été inspecté, pourquoi, et quelles hypothèses en découlent. La règle 2.5 porte sur la signature : elle peut être manuscrite ou électronique selon un procédé reconnu par le secrétaire de l'Ordre, et le signataire « doit accepter l'entière responsabilité du contenu et des conclusions du rapport » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.5). Cette phrase a une portée considérable pour les cabinets où des stagiaires ou des techniciens préparent les rapports : la signature n'est pas une formalité de validation, elle transfère au signataire la responsabilité de chaque

chiffre et de chaque phrase, ce que l'article 33 du Code de déontologie confirme en obligeant l'évaluateur à superviser et réviser le travail qu'il délègue (Québec 2000, art. 33).

10.3 Déontologie : indépendance, compétence, conflits d'intérêts

10.3.1 Les fondements

Le Code de déontologie des évaluateurs agréés, règlement adopté en vertu du Code des professions et dont le texte à jour au 1er juillet 2026 a été consulté pour cet ouvrage (Québec 2000), donne aux normes de pratique une portée disciplinaire : l'article 4 oblige l'évaluateur à exercer « conformément aux normes de pratique de la profession », de sorte qu'un manquement aux NPP est aussi un manquement déontologique (Québec 2000, art. 4). L'article 5 pose l'obligation de compétence : l'évaluateur tient compte des limites de ses aptitudes et n'entreprend pas un travail « pour lequel il n'est pas suffisamment qualifié sans obtenir l'assistance nécessaire » (Québec 2000, art. 5). La règle vaut pour le résidentiel comme pour le multirésidentiel complexe : un évaluateur dont la pratique est faite de maisons unifamiliales et qui accepte d'évaluer un immeuble de cent logements avec baux commerciaux au rez-de-chaussée doit s'adjoindre la compétence qui lui manque, et le dire. L'article 14 établit la primauté de l'intérêt du client : l'évaluateur subordonne son intérêt personnel et celui de l'organisation qui l'emploie à celui de son client (Québec 2000, art. 14). C'est le fondement du désintéressement, que les articles suivants déclinent.

10.3.2 Indépendance et conflits d'intérêts

L'article 17 est la clé de voûte : « L'évaluateur agréé doit sauvegarder en tout temps son indépendance professionnelle », ce qui implique d'ignorer toute intervention d'un tiers dans l'exercice de son jugement et d'éviter d'évaluer un bien dans lequel lui-même ou son organisation a un intérêt direct ou indirect (Québec 2000, art. 17). L'article 18 régit le **double rôle** : celui qui exerce aussi une autre activité, par exemple le courtage ou la gestion immobilière, doit divulguer par écrit ce double rôle et son mode de rémunération, et obtenir du client qu'aucun acte posé dans l'autre rôle ne soit tenu pour une opinion motivée de valeur (Québec 2000, art. 18). L'article 19 vise le **conflit d'intérêts**, et il contient une règle propre à l'évaluation municipale : l'évaluateur qui confectionne ou tient à jour le rôle d'une municipalité se place en conflit lorsqu'il accepte d'exécuter pour un tiers une expertise concernant un immeuble situé sur le territoire de cette municipalité ; lorsque les clients consentent à ce qu'il agisse malgré un conflit, la divulgation doit être écrite et mentionnée au rapport (Québec 2000, art. 19). L'article 20 pose que l'évaluateur n'agit généralement, dans la même affaire, que pour une partie, sauf lorsqu'il intervient comme arbitre ou amiable compositeur avec l'information des parties ; l'article 21 interdit de recevoir ou de verser tout avantage, commission ou ristourne lié à l'exercice, ce qui exclut les ententes de référencement rémunérées avec des courtiers ou des prêteurs (Québec 2000, art. 20–21).

Ces règles répondent à un risque documenté par la recherche. Lentz et Wang (1998) ont passé en revue les enjeux de l'évaluation résidentielle dans le processus de prêt hypothécaire et montré comment la pression des prêteurs, des courtiers et des emprunteurs, qui ont tous intérêt à ce que la transaction se conclue, s'exerce sur l'évaluateur dont les honoraires dépendent du volume de mandats reçus. La réponse réglementaire canadienne est double. Du côté de l'évaluateur, le Code de déontologie interdit la dépendance ; du côté du prêteur,

la ligne directrice B-20 du Bureau du surintendant des institutions financières exige, à son principe 4, des évaluations « realistic, substantiated and supportable », produites par des évaluateurs désignés ou agréés et indépendants du processus de crédit (Bureau du surintendant des institutions financières 2017). L'indépendance est ainsi protégée des deux côtés de la relation.

10.3.3 Honoraires

L'article 24.1 interdit les **honoraires conditionnels**, c'est-à-dire les honoraires « dont le montant dépend des résultats », sous réserve de trois exceptions limitées à des services de consultation : la vérification de l'inscription au rôle d'évaluation, la négociation d'indemnités d'expropriation et la vérification des frais d'exploitation d'un bail ; même dans ces cas, les honoraires conditionnels sont interdits lorsque l'évaluateur témoigne devant un tribunal (Québec 2000, art. 24.1–24.3). La règle, modifiée en 2025 (L.Q. 2025, c. 32), a une conséquence nette : un rapport d'évaluation ne peut jamais être rémunéré en fonction de la valeur conclue, de l'obtention du prêt ou du succès d'une contestation. Le raisonnement est le même que pour l'indépendance : une rémunération liée au résultat crée un intérêt dans le résultat, et un intérêt dans le résultat est incompatible avec une opinion neutre et objective, celle-là même que l'attestation de la règle 2.3 fait déclarer.

10.3.4 Rapport, signature, supervision et secret

L'article 34 oblige l'évaluateur à « signer et indiquer sa qualité d'évaluateur agréé sur tout rapport ou autre document produit dans l'exercice de sa profession » (Québec 2000, art. 34). L'article 41 exige que le rapport soit conforme aux normes de pratique et fasse état « de la méthodologie utilisée ainsi que de l'étendue des recherches » (Québec 2000, art. 41) ; c'est l'obligation déontologique de transparence méthodologique, pendant de l'élément 8 de la règle 2.3. L'article 33 rend l'évaluateur responsable de tout travail exécuté par d'autres sous sa direction et lui impose de former, de superviser et de réviser (Québec 2000, art. 33). L'article 51 protège le **secret professionnel** : l'évaluateur ne peut utiliser les renseignements confidentiels au préjudice de son client ni révéler qu'une personne a fait appel à ses services sans autorisation écrite (Québec 2000, art. 51). Cette dernière règle a une portée que l'on sous-estime à l'heure des bases de données : les loyers, les états financiers et les prix négociés recueillis dans un mandat ne peuvent pas alimenter librement la banque de comparables du cabinet ; leur réutilisation exige que la source ne soit pas identifiable ou que le client y ait consenti, question que le chapitre 13 reprend sous l'angle des données.

10.3.5 Les biais de jugement et l'éthique de l'estimation

La déontologie protège l'évaluateur des pressions extérieures ; elle ne le protège pas de lui-même. La recherche comportementale sur l'évaluation, dont Diaz et Hansz (2002) dressent le bilan, a établi que les évaluateurs sont sujets aux mêmes biais cognitifs que les autres décideurs, et en particulier au **biais d'ancrage**. Northcraft et Neale (1987) ont montré, dans une expérience célèbre, que le prix demandé pour une maison influence l'estimation d'agents immobiliers expérimentés autant que celle d'étudiants, et que les professionnels nient cette influence. Diaz (1990) a observé que le processus réel de décision des évaluateurs s'écarte du processus normatif enseigné, et Diaz (1997) a montré que la connaissance d'une estimation antérieure ancre l'estimation nouvelle. On peut modéliser l'ancrage de façon

Tableau 10.5. Situations déontologiques typiques et conduite prescrite par le Code de déontologie des évaluateurs agréés

Situation	Conduite prescrite (paraphrase)	Articles
Le prêteur suggère la valeur « nécessaire » pour que le prêt soit approuvé	Ignorer l'intervention ; conclure selon son seul jugement ; documenter la demande au dossier	17
L'évaluateur est aussi courtier et vend l'immeuble qu'on lui demande d'évaluer	Refuser, ou divulguer par écrit le double rôle et la rémunération et obtenir le consentement ; aucun acte de courtage ne vaut opinion de valeur	17, 18
L'évaluateur tient le rôle d'une municipalité et un contribuable lui demande une contre-expertise sur ce territoire	Conflit d'intérêts ; divulgation écrite, consentement des clients, mention au rapport, ou refus	19
Un client propose des honoraires égaux à un pourcentage de la réduction de taxes obtenue	Interdit pour un rapport d'évaluation ; permis seulement pour la consultation sur l'inscription au rôle, jamais devant un tribunal	24.1–24.3
Un courtier offre une rétribution pour chaque dossier référé	Refuser tout avantage, commission ou ristourne	21
Un stagiaire a rédigé le rapport ; l'évaluateur le signe sans le relire	Superviser et réviser ; la signature engage l'entière responsabilité du contenu	33 ; NPP 2.5
Le client demande d'ajouter une clause excluant toute responsabilité	Refuser ; la responsabilité civile ne peut être exclue ni limitée par contrat	32
Un confrère demande les loyers recueillis dans un mandat antérieur pour un autre immeuble	Secret professionnel ; ne pas divulguer sans autorisation ou anonymisation	51

Source : synthèse de l'auteur d'après le Code de déontologie des évaluateurs agréés, texte à jour au 1er juillet 2026 (Québec 2000) et la règle 2.5 des NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Les situations sont des cas types rédigés pour l'ouvrage.

élémentaire : si V est la valeur que l'évaluateur conclurait sans information parasite et a une ancre (prix demandé, estimation antérieure, montant du prêt souhaité), l'estimation produite s'écrit

$$\mathrm{E}[\hat{V} \mid a] = V + \lambda\,(a - V), \qquad 0 \leq \lambda \leq 1, \tag{10.6}$$

où λ mesure le poids de l'ancre ; $\lambda = 0$ correspond à l'indépendance parfaite et $\lambda = 1$ à l'abdication du jugement. Ce modèle n'est pas une norme, c'est une description ; mais il éclaire le sens des règles. Lorsque la norme exige que l'évaluateur définisse le but, la date et l'étendue du travail *avant* de conclure, lorsque le Code de déontologie lui interdit de recevoir des instructions sur le résultat, lorsque le chapitre 16 recommande de fixer les critères de sélection des comparables avant de regarder les prix, il s'agit chaque fois de réduire λ en retardant le moment où l'ancre est connue ou en retirant à l'ancre sa pertinence. L'éthique de l'estimation ne se réduit donc pas à l'honnêteté ; elle inclut une discipline de méthode qui protège le jugement contre ses propres raccourcis. Le chapitre 20 traite des conséquences de ces biais sur la réconciliation et l'incertitude.

10.4 Cadres canadiens et internationaux : convergences et écarts

10.4.1 Les International Valuation Standards (IVS 2025)

Les **International Valuation Standards** (IVS) sont publiées par l'International Valuation Standards Council (IVSC), organisme privé établi à Londres. L'édition en vigueur au 31 octobre 2026 est celle publiée le 31 janvier 2024, avec effet le 31 janvier 2025 pour les évaluations réalisées à compter de cette date (International Valuation Standards Council 2025, IVS 100, para. 50.01). Aucune édition postérieure n'est en vigueur ; l'IVSC a publié en janvier 2026 un projet d'exposition (*exposure draft*) d'une édition qui prendrait effet le 31 janvier 2028, document soumis à consultation et sans valeur normative (International Valuation Standards Council 2026). L'édition 2025 comprend des normes générales, IVS 100 (cadre), 101 (étendue du travail), 102 (bases de valeur), 103 (approches), 104 (données et intrants), 105 (modèles) et 106 (documentation et rapport), et des normes d'actifs dont IVS 400 (droits immobiliers) et 410 (immeubles en développement) (International Valuation Standards Council 2025). Deux précisions de numérotation s'imposent, parce que de nombreux textes en circulation reproduisent celle de l'édition 2022 : les bases de valeur sont à l'annexe d'IVS 102 et non d'IVS 104, et les approches sont à IVS 103 et non à IVS 105. La définition de la valeur marchande, à l'annexe A10.01 d'IVS 102, parle du montant estimé auquel un actif « should exchange on the valuation date between a willing buyer and a willing seller in an arm's-length transaction » après une commercialisation adéquate et entre parties informées, prudentes et non contraintes (International Valuation Standards Council 2025, IVS 102, A10.01) ; le chapitre 2 compare cette formulation à celle des NPP. Les approches de marché, de revenu et de coût d'IVS 103 correspondent aux méthodes de comparaison, du revenu et du coût des NPP (International Valuation Standards Council 2025, IVS 103).

L'apport propre des IVS 2025 pour le présent ouvrage tient à deux normes récentes, IVS 104 et IVS 105, qui traitent explicitement des données et des modèles d'évaluation. Elles consacrent l'idée que la qualité d'une évaluation dépend de la qualité des intrants et de la documentation du modèle employé, y compris lorsqu'il s'agit d'un modèle statistique ou automatisé, et elles rejoignent ainsi les préoccupations des chapitres 14, 18 et 37. La section 10.6 en tire des règles de divulgation.

10.4.2 Le CUSPAP 2026 de l'Institut canadien des évaluateurs

Les **Canadian Uniform Standards of Professional Appraisal Practice** (CUSPAP) sont les normes de l'Institut canadien des évaluateurs, association nationale qui délivre les désignations AACI et CRA. L'édition 2026 est entrée en vigueur le 1er avril 2026 et s'applique à tout mandat achevé à compter de cette date ; elle remplace l'édition 2024, en vigueur depuis le 1er janvier 2024 (Appraisal Institute of Canada 2026 ; Appraisal Institute of Canada 2024). Elle comprend une section de définitions et huit normes, chacune formée de règles et de commentaires : éthique, rapport, évaluation immobilière, examen, consultation, étude de fonds de prévoyance, machinerie et équipement, évaluation de masse ; son annexe 20 énumère les changements depuis 2024, et son introduction la déclare conforme aux IVS (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 1–2). Sa définition de la valeur marchande, « The most probable price, as of a specified date, in cash, or in terms equivalent to cash, or in other precisely revealed terms », renvoie en note à la quatrième édition canadienne de *The Appraisal of Real Estate* (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3). Au Québec, l'évaluateur agréé qui détient aussi une désignation de l'ICE est tenu aux deux corpus ; en cas de divergence, les NPP s'imposent à lui en vertu de l'article 4 du Code de déontologie, et le CUSPAP en vertu de son adhésion à l'Institut. Le CUSPAP est plus explicite que les NPP sur quelques points qui méritent d'être importés dans la pratique : la terminologie des hypothèses examinée plus haut, et l'obligation, pour toute opinion de valeur marchande, de fournir une analyse du délai d'exposition raisonnable (*exposure time*), notion rétrospective distincte du délai de commercialisation (*marketing time*), prospectif (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3 , règle 8.2).

10.4.3 L'USPAP 2024 : une vérification partielle

Les **Uniform Standards of Professional Appraisal Practice** (USPAP) de The Appraisal Foundation sont la référence américaine. Selon les sources consultées, l'édition 2024 est entrée en vigueur le 1er janvier 2024 sans date d'expiration, l'Appraisal Standards Board ayant abandonné le cycle biennal au profit de mises à jour « au besoin » ; aucune édition 2026 n'existe, les documents de 2026 étant un manuel de référence et le cours de mise à jour (Appraisal Standards Board 2024 ; International Society of Appraisers 2026). Le lecteur doit savoir que cette information est *partiellement vérifiée* : le site de The Appraisal Foundation était inaccessible lors de la vérification des sources, le 31 octobre 2026, et l'état de l'édition repose sur des sources secondaires ; la structure interne de l'USPAP (dix normes et règles d'éthique, de tenue des dossiers, de compétence, d'étendue du travail et d'exception juridictionnelle) n'a pas été revérifiée sur le document lui-même. L'ouvrage cite donc l'USPAP pour situer la pratique québécoise, non pour en exposer le contenu, et l'encadré « Limites et mises en garde » en fin de chapitre le rappelle.

10.4.4 Le Red Book de la RICS et les normes de l'IAAO

Le *RICS Valuation — Global Standards*, dit **Red Book**, de la Royal Institution of Chartered Surveyors, a été publié en décembre 2024 et est entré en vigueur le 31 janvier 2025, à la même date que les IVS qu'il incorpore ; il comprend des normes professionnelles (PS 1 et PS 2) et six normes techniques, VPS 1 à VPS 6, portant sur les conditions du mandat, les bases de valeur, les approches et méthodes, les inspections et dossiers, les modèles d'évaluation et les rapports ; une édition « Red Book 2028 » est annoncée à la suite de la révision des IVS (Royal

Institution of Chartered Surveyors 2024). Le Red Book intéresse l'évaluateur québécois dans les mandats pour des investisseurs internationaux ou aux fins des états financiers en IFRS, et sa norme VPS 5 sur les modèles d'évaluation est l'un des textes les plus développés sur la documentation des modèles statistiques.

Les normes de l'**International Association of Assessing Officers** (IAAO) relèvent d'un autre registre : elles ne régissent pas l'évaluateur individuel mais la qualité des évaluations de masse et des études de ratios, et elles servent de référence aux organismes d'évaluation foncière, y compris au Québec à travers les indicateurs du chapitre 9. Le *Standard on Ratio Studies*, approuvé en avril 2013, fixe des plages de coefficient de dispersion de 5,0 à 10,0 pour l'unifamilial des secteurs récents ou homogènes et de 5,0 à 15,0 pour les secteurs anciens ou hétérogènes, un différentiel lié au prix (PRD) de 0,98 à 1,03 et un PRB de −0,05 à 0,05 (International Association of Assessing Officers 2013, table 1-3 , § 9.2) ; sa page officielle indiquait, en octobre 2026, qu'une révision est en cours de finalisation. Le *Standard on Mass Appraisal of Real Property* a été révisé en 2025 et remplace l'édition de 2017 (International Association of Assessing Officers 2025) ; le *Standard on Automated Valuation Models*, révisé en 2018, renvoie au premier pour les seuils (International Association of Assessing Officers 2018). Ces normes sont mobilisées aux chapitres 9, 18 et 37.

10.4.5 Tableau comparatif et chronologie

Le tableau 10.6 compare les cinq cadres sur les dimensions vérifiées : éditeur, édition en vigueur, date d'effet, structure, statut de la vérification et portée pour l'évaluateur québécois. La figure 10.2 en donne la chronologie documentaire. Trois observations se dégagent. D'abord, les cadres convergent : le CUSPAP se déclare conforme aux IVS, le Red Book les incorpore, et les NPP, bien qu'antérieures dans leur rédaction de fond, partagent avec eux la même définition fonctionnelle de la valeur marchande, la même exigence de divulgation des hypothèses et la même structure rapport–attestation. Ensuite, les rythmes de révision diffèrent : les IVS et le Red Book suivent un cycle de trois ans environ, le CUSPAP un cycle de deux ans, l'USPAP a abandonné son cycle, et les NPP sont révisées norme par norme, de sorte que leur « édition » est un assemblage de textes de dates différentes. Enfin, les écarts portent moins sur le fond que sur le degré d'explicitation : les cadres récents (IVS 104-105, Red Book VPS 5, CUSPAP) disent davantage sur les données, les modèles et le délai d'exposition que les NPP, dont la modernisation annoncée pourrait combler cette distance.

10.4.6 Ce que la matrice des dispositions révèle

Le dépôt de cet ouvrage recense dans un fichier, `sources/normes-C.csv`, chacune des dispositions normatives, déontologiques, réglementaires et prudentielles vérifiées pour le domaine des normes et de la finance, avec sa référence précise, sa version, sa date de consultation et les chapitres qui la mobilisent. Ce fichier n'est pas un objet d'étude en soi, mais ses statistiques descriptives, calculées par le script `ch10_matrice_normes.py` du dossier `analysis/python/cases/`, disent quelque chose de la structure du cadre normatif tel que ce traité le mobilise. Le tableau 10.7 et la figure 10.3 les résument. Sur 100 dispositions réparties en 17 domaines, 43 proviennent de l'OEAQ et du Code des professions, 27 des cadres hors Québec (IVS, CUSPAP, USPAP, RICS, IAAO), 20 des autorités financières et prudentielles et 10 des diffuseurs de données de marché. Le présent chapitre est visé par

Tableau 10.6. Comparaison des cadres normatifs (état au 31 octobre 2026)

	NPP (OEAQ)	CUSPAP 2026 (ICE)	IVS 2025 (IVSC)	USPAP 2024 (TAF)	Red Book (RICS)
Nature	Normes d'un ordre professionnel ; portée disciplinaire	Normes d'une association professionnelle nationale	Normes internationales adoptées par renvoi	Normes américaines, obligatoires par renvoi des lois des États	Normes d'une association professionnelle internationale
Édition en vigueur	« En vigueur depuis le 1er février 2024 » ; textes de fond 1998–2016	Édition 2026, en vigueur le 1er avril 2026	Publiées le 31 janv. 2024, en vigueur le 31 janv. 2025	Édition 2024, en vigueur le 1er janv. 2024, sans expiration	Publié en déc. 2024, en vigueur le 31 janv. 2025
Structure	22 normes par paires acte/communication ; annexes A–F	Définitions + 8 normes (règles et commentaires)	IVS 100–106 ; 200–500 ; bases de valeur en annexe d'IVS 102	10 normes et règles (non revérifié)	PS 1–2 ; VPS 1–6
Valeur marchande	« prix sincère le plus probable »	« most probable price »	« estimated amount … should exchange »	non revérifié	renvoie aux IVS
Hypothèses	Extraordinaires et réserves ; incidence sur la valeur	Extraordinary assumption, hypothetical condition, extraordinary limiting condition	Hypothèses et hypothèses spéciales (IVS 101)	non revérifié	VPS 1
Rapport	12 éléments (2.3) ; 3 formes ; attestation ; inspection (2.4) ; signature (2.5)	Reporting Standard ; délai d'exposition (8.2)	IVS 106	Standard 2 (non revérifié)	VPS 6
Prochaine édition	Modernisation annoncée	Cycle biennal	Projet en vigueur le 31 janv. 2028	Au besoin	« Red Book 2028 »
Vérification	PDF officiel	PDF officiel	PDF officiel	**Partielle** (sources secondaires)	Page RICS ; PDF non téléchargé

Source : synthèse de l'auteur d'après Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2025), Appraisal Institute of Canada (2026), International Valuation Standards Council (2025), International Valuation Standards Council (2026), Appraisal Standards Board (2024), International Society of Appraisers (2026) et Royal Institution of Chartered Surveyors (2024), sources consultées le 31 octobre 2026 ; registre `sources/registry-C.csv`.

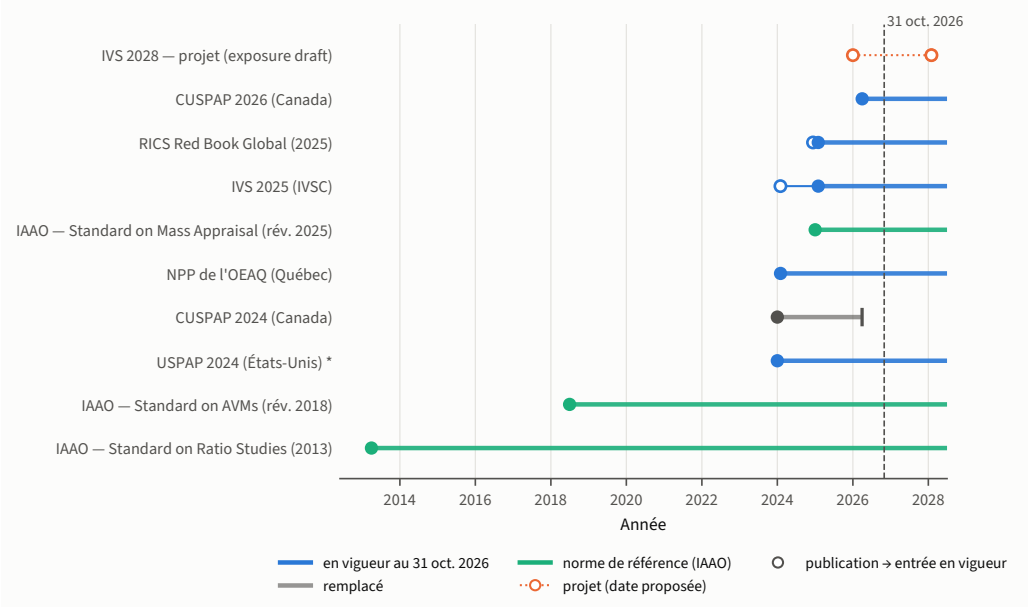


FIGURE 10.2. Chronologie documentaire des cadres normatifs : date d'entrée en vigueur (point plein), date de publication lorsqu'elle est documentée (point creux), fin de validité (barre) et projet (pointillé). Au 31 octobre 2026, huit des dix documents sont en vigueur ou servent de référence ; le CUSPAP 2024 est remplacé et les IVS 2028 ne sont qu'un projet. L'astérisque signale la vérification partielle de l'USPAP.

Source : dates tirées de `sources/registry-C.csv` (consultation du 31 octobre 2026) ; script `analysis/python/figures/ch10_figures.py`. Pour l'IAAO 2025 et le projet IVS 2028, seuls l'année ou le mois sont documentés ; les points sont placés au début de la période.

51 dispositions, plus que tout autre, devant le chapitre 31 (15) et le chapitre 20 (14) ; chaque disposition vise en moyenne 1,70 chapitre, 51 % en visent plus d'un, et aucune n'en vise plus de quatre. La lecture de ces chiffres est simple : les règles professionnelles forment un socle concentré dans ce chapitre, tandis que les règles de finance et de données se dispersent dans les chapitres techniques ; et la moitié des dispositions servent à plusieurs endroits, ce qui justifie qu'elles soient tenues dans un registre unique plutôt que recopiées de chapitre en chapitre.

Tableau 10.7. Statistiques descriptives de la matrice des dispositions du domaine C (`sources/normes-C.csv`, 100 dispositions vérifiées le 31 octobre 2026)

Famille de sources	Dispositions	dont visant le ch. 10
OEAQ — normes de pratique (NPP)	15	12
OEAQ — déontologie (C-26, r. 123)	14	14
OEAQ — règlements et Code des professions	14	14
Cadres hors Québec (IVS, CUSPAP, USPAP, RICS, IAAO)	27	10
Finance et prudentiel (BdC, BSIF, Finances Canada, SCHL)	20	1
Données de marché (Statistique Canada, APCIQ, JLR, Teranet)	10	0
Total	100	51

Source : `analysis/python/cases/ch10_matrice_normes.py` ; regroupement des 17 domaines en six familles par l'auteur.

10.5 Révision et contrôle de la qualité

10.5.1 Trois niveaux de contrôle

La conformité d'un rapport se construit à trois niveaux. Le premier est l'**autocontrôle** de l'évaluateur, qui relit son rapport à l'aide de la grille du tableau 10.4 et vérifie que chaque élément est présent et que chaque chiffre du texte correspond au dossier. Le deuxième est la **révision** par un pair, interne au cabinet ou externe ; lorsqu'elle est formalisée et qu'elle donne lieu à un rapport d'examen, elle relève des normes 3 et 4 des NPP, qui régissent l'examen d'un rapport d'évaluation et la communication de ses résultats (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), et du *Review Standard* du CUSPAP (Appraisal Institute of Canada 2026). L'examinateur ne refait pas l'évaluation ; il vérifie que le rapport est complet, que le raisonnement est cohérent et que les conclusions sont soutenues par les données, et il le dit dans un rapport distinct qui engage sa propre responsabilité. Le troisième niveau est l'**inspection professionnelle** de l'Ordre, qui porte sur la pratique du membre à travers ses dossiers (Québec 2026g). Les trois niveaux sont complémentaires parce qu'ils ne voient pas la même chose : l'autocontrôle connaît le dossier mais partage les angles morts de l'auteur ; le réviseur apporte un regard neuf mais ne connaît que ce qu'on lui montre ; l'inspection voit la pratique dans la durée mais arrive longtemps après le rapport.

On peut représenter l'effet d'une chaîne de révisions par un modèle élémentaire. Supposons qu'un rapport comporte une lacune et que chaque révision indépendante la détecte avec une probabilité d, identique d'une révision à l'autre. La probabilité qu'au moins une de

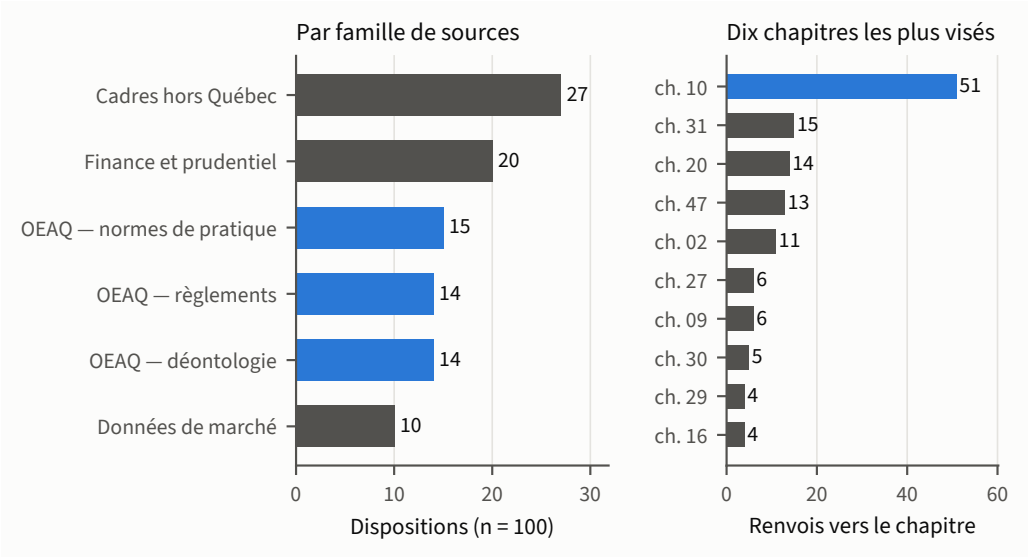


Figure 10.3. La matrice des dispositions du domaine C : à gauche, répartition des 100 dispositions par famille de sources (les familles OEAQ en couleur) ; à droite, les dix chapitres les plus visés, une disposition pouvant viser plusieurs chapitres. Le chapitre 10 concentre les règles professionnelles ; les règles financières et de données se dispersent dans les chapitres techniques.

Source : `sources/normes-C.csv` (consultation du 31 octobre 2026) ; script `analysis/python/figures/ch10_figures.py`.

n révisions la relève est

$$P_n = 1 - (1 - d)^n. \tag{10.7}$$

Le tableau 10.8 donne P_n pour quelques valeurs. Deux leçons en ressortent. D'une part, une seule révision de puissance moyenne ($d = 0{,}7$) laisse passer trois lacunes sur dix, et il faut en ajouter une deuxième pour descendre sous une sur dix ; c'est l'argument en faveur de la révision par un pair même pour les rapports courants. D'autre part, le gain marginal de la troisième révision est faible dès que d est élevé, ce qui plaide pour investir dans la qualité de chaque révision plutôt que dans leur nombre. Le modèle suppose l'indépendance des révisions, hypothèse optimiste : deux réviseurs formés à la même école, utilisant la même liste de contrôle, partagent une part de leurs angles morts, et la probabilité réelle est inférieure à P_n. C'est précisément pourquoi un contrôle automatique, qui ne partage aucun angle mort humain, a sa place en première ligne, à condition d'en connaître les limites.

Tableau 10.8. Analyse de sensibilité : probabilité P_n qu'une lacune soit détectée par au moins une de n révisions indépendantes de puissance d

d	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
0,5	0,500	0,750	0,875
0,7	0,700	0,910	0,973
0,9	0,900	0,990	0,999

Source : équation (10.7) ; `analysis/python/cases/ch10_controle_rapport.py` ; modèle de l'auteur, révisions supposées indépendantes.

10.5.2 Exemple intégral : un contrôle automatique des douze éléments

Exemple 10.1 : Contrôle lexical de quatre extraits de rapports fictifs

Les quatre extraits analysés dans cet exemple sont *fictifs* : ils ont été rédigés par l'auteur pour le traité, ne concernent aucun immeuble, aucun client ni aucun évaluateur réels, et leurs chiffres sont arbitraires. Leur texte intégral figure dans le script `analysis/python/cases/ch10_controle_rapport.py`, qui produit tous les résultats de cette section. L'extrait A imite un rapport abrégé de financement hypothécaire ; l'extrait B, la section des réserves et de la conclusion d'un rapport narratif ; l'extrait C, un rapport de mise à jour pour un immeuble de douze logements ; l'extrait D, le sommaire d'un rapport narratif complet rédigé pour être conforme.

Le principe du contrôle est le suivant. À chacun des douze éléments de la règle 2.3 est associé un **lexique**, c'est-à-dire un ensemble L_k de formulations caractéristiques, exprimées sous forme de motifs : « date d'évaluation », « pleine propriété », « usage le meilleur et le plus profitable », « j'atteste », et ainsi de suite. Le texte T du rapport est normalisé (minuscules, sans accents) et l'élément k est réputé présent si l'un de ses motifs apparaît :

$$\hat{c}_k = \mathbf{1}\big\{\exists\, m \in L_k \ : \ m \text{ apparaît dans } T\big\}, \tag{10.8}$$

d'où un taux de conformité estimé $\hat{\tau} = \frac{1}{12}\sum_{k} \hat{c}_k$ qui approche le taux τ de l'équation (10.3). Deux lexiques ont été constitués : un lexique *strict*, qui n'admet que des formulations propres à chaque élément, et un lexique *souple*, qui y ajoute des termes plus généraux (« adresse », « visite », « signature ») au prix d'un risque accru de détection à tort. Le tableau 10.9 et la figure 10.4 donnent les résultats.

Tableau 10.9. Résultat du contrôle lexical des douze éléments de la règle 2.3 sur quatre extraits de rapports fictifs

Extrait (fictif)	Lexique	Éléments détectés	$\hat{\tau}$	Éléments non détectés
A — rapport abrégé	strict	2	0,167	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12
	souple	5	0,417	2, 4, 5, 7, 9, 10, 11
B — réserves et conclusion	strict	10	0,833	6, 10
	souple	10	0,833	6, 10
C — mise à jour	strict	6	0,500	2, 3, 4, 9, 11, 12
	souple	6	0,500	2, 3, 4, 9, 11, 12
D — sommaire complet	strict	12	1,000	aucun
	souple	12	1,000	aucun

Source : `analysis/python/cases/ch10_controle_rapport.py` ; extraits fictifs rédigés par l'auteur ; test `analysis/python/tests/test_ch10.py`.

La lecture des résultats est plus instructive que les chiffres eux-mêmes. L'extrait A, qui ressemble à bien des rapports abrégés hâtifs, n'atteint que 2 éléments sur 12 avec le lexique strict : il identifie la fin (financement hypothécaire) et expose un raisonnement sommaire, mais il ne donne ni désignation cadastrale, ni droits évalués, ni définition de la valeur, ni date d'évaluation (il indique une « période de validité », ce qui n'est pas la même chose), ni

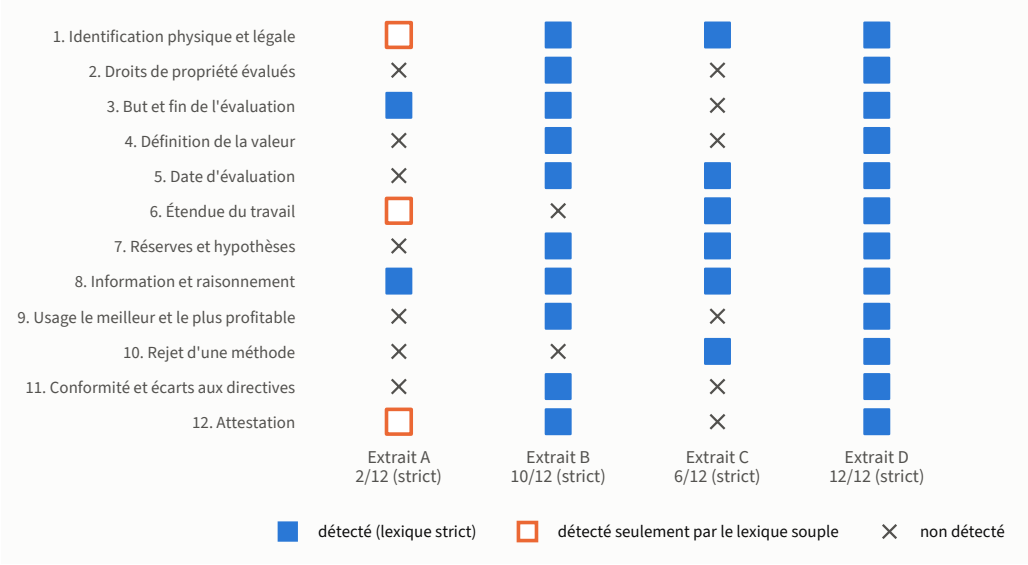


Figure 10.4. Grille de détection des douze éléments de la règle 2.3 dans quatre extraits de rapports fictifs. Les carrés pleins sont détectés par le lexique strict, les carrés creux seulement par le lexique souple, les croix ne sont pas détectées. Le lexique souple n'ajoute des détections que pour l'extrait A, et chacune de ces détections est discutable.

Source : `analysis/python/cases/ch10_controle_rapport.py` ; script de figure `analysis/python/figures/ch10_figures.py` ; extraits fictifs.

étendue du travail (une « visite extérieure » n'est pas une inspection au sens de la règle 2.4, et son caractère partiel n'est pas expliqué), ni réserves, ni usage le meilleur et le plus profitable, ni attestation. Le lexique souple en « détecte » trois de plus, l'adresse, la visite et la signature, et c'est ici que la limite de l'outil apparaît : une adresse n'est pas une identification légale, une visite extérieure n'est pas une étendue du travail décrite, et une ligne de signature n'est pas l'attestation de la règle 2.3. Les détections du lexique souple sont des détections à tort, et c'est pourquoi la figure 10.4 les distingue.

L'extrait B est presque complet et illustre deux erreurs plus subtiles. Il contient bien une hypothèse (« nous présumons que le permis… a été obtenu »), que le contrôle détecte, mais cette hypothèse n'est ni qualifiée d'extraordinaire, ni accompagnée de son incidence sur la valeur, ni rappelée dans la conclusion : l'élément 7 est formellement présent et matériellement défaillant, et le contrôle lexical ne peut pas le voir. Il indique que la méthode du coût a « également été appliquée » sans dire ce qu'il est advenu de la méthode du revenu ni pourquoi la comparaison n'est pas mentionnée ; le contrôle signale l'élément 10 comme absent, mais il ne peut pas savoir si une méthode a réellement été écartée, de sorte que ce signal doit être interprété par un lecteur humain. L'extrait C, rapport de mise à jour, détecte 6 éléments sur 12 : il renvoie au rapport original pour les réserves et décrit les changements, ce que la forme autorise, mais il ne *mentionne* ni les droits évalués, ni le but, ni la définition de la valeur, ni l'usage le meilleur et le plus profitable, ni la conformité, ni l'attestation ; or la forme de mise à jour exige que chaque élément soit au moins mentionné. L'extrait D, enfin, atteint 12 sur 12 parce qu'il a été écrit pour cela ; il montre qu'un sommaire d'une demi-page peut être formellement conforme, et rappelle en creux que la conformité formelle

n'est qu'une condition nécessaire.

En pratique

Un contrôle lexical de ce type est un outil de première ligne, à placer avant la relecture humaine et non à sa place. Il détecte sûrement les omissions grossières, qui sont fréquentes dans les rapports abrégés et les mises à jour ; il ne détecte ni les éléments mal traités, ni les hypothèses sans incidence, ni les incohérences entre la conclusion et le raisonnement. Sa calibration est une décision : un lexique strict produit des alertes dont presque toutes sont fondées mais en manque certaines ; un lexique souple n'en manque guère mais en produit de fausses. Dans un cabinet, on gagne à conserver un lexique strict et à traiter chaque alerte comme une question posée au rédacteur plutôt que comme un verdict. L'exercice 10.6 invite le lecteur à étendre le lexique et à mesurer ce qu'il gagne et ce qu'il perd.

10.6 Rédiger le rapport

10.6.1 Le plan du rapport narratif

Le rapport narratif complet n'a pas de plan imposé ; il a un contenu imposé, celui de la règle 2.3, et un ordre d'usage, qui suit celui du processus de la figure 10.1 et que l'on retrouve dans les manuels de référence (Appraisal Institute 2026 ; UBC Real Estate Division 2010). Il est d'usage d'ouvrir par une lettre d'envoi qui identifie le client, l'immeuble, le but, la date d'évaluation et la conclusion, en rappelant les hypothèses extraordinaires ; de poursuivre par un sommaire des faits saillants et des conclusions ; puis d'exposer, dans l'ordre, les prémisses de l'évaluation (identification, droits évalués, but et fin, définition de la valeur, date, étendue du travail, réserves et hypothèses), la présentation des données (secteur et marché, terrain, bâtiment, données fiscales et de zonage), l'analyse (usage le meilleur et le plus profitable, méthodes retenues et écartées, application de chaque méthode, réconciliation), la conclusion de valeur et l'attestation ; et de clore par les annexes (photographies, plans, titres, fiches des comparables, qualifications du signataire). Trois remarques de rédaction complètent ce plan. Chaque chiffre du texte doit se retrouver dans un tableau ou une annexe, et chaque tableau doit indiquer sa source ; un rapport dont les chiffres ne peuvent pas être retracés n'est pas un rapport motivé. Le rapport s'adresse à un lecteur qui n'a pas vu l'immeuble et qui n'est pas évaluateur ; le vocabulaire technique est défini à sa première occurrence, et les sigles sont développés. Enfin, le rapport dit ce qui n'a pas été fait avec la même netteté que ce qui l'a été : la section de l'étendue du travail est la plus importante pour la protection du lecteur et la plus souvent escamotée.

10.6.2 Le langage de la certitude

Une évaluation est une estimation, et son langage doit le dire sans l'affaiblir. French et Gabrielli (2004) ont soutenu que l'incertitude est inhérente à toute évaluation et que l'évaluateur a le devoir de la communiquer, parce qu'un lecteur qui prend une estimation pour une mesure prend une décision mal informée. La pratique québécoise, comme la pratique nord-américaine, conclut à une valeur ponctuelle ; rien dans les NPP n'interdit d'y

adjoindre une fourchette, et le chapitre 20 montre comment la construire. Si l'on dispose d'une distribution prédictive de la valeur, la fourchette à $1-\alpha$ est l'intervalle entre les quantiles

$$\left[\hat{V}_{\alpha/2},\ \hat{V}_{1-\alpha/2}\right], \qquad \text{par exemple } \alpha = 0{,}10 \text{ pour une fourchette à 90 \%}, \tag{10.9}$$

et la valeur ponctuelle en est la médiane ou l'espérance, selon la convention déclarée. L'important est de ne pas mêler les registres. Les faits observés (le prix d'une vente, la superficie mesurée, le loyer d'un bail) s'écrivent à l'indicatif et sans modalisation : « l'immeuble s'est vendu 598 000 $ le 22 juin 2026 ». Les estimations s'écrivent comme des opinions : « nous estimons », « l'indication de valeur est », « la valeur marchande est estimée à ». Les hypothèses s'écrivent comme des hypothèses : « sous l'hypothèse extraordinaire que… ». Et l'on bannit trois familles de formules : la fausse précision, qui donne une valeur au dollar près quand les données n'autorisent que le millier ; la fausse certitude, qui écrit « la valeur est de » pour une estimation ou « le marché va » pour une prévision ; et la fausse prudence, qui multiplie les réserves générales (« sous toutes réserves », « à titre indicatif seulement ») au point de vider la conclusion de son sens, alors que le Code de déontologie interdit justement d'exclure sa responsabilité par ce moyen. Le terme même de « valeur » est réservé à l'estimation ; un prix observé est un prix, et le chapitre 16 a rappelé pourquoi la distinction importe.

10.6.3 Divulguer les données, les modèles et les données synthétiques

Les cadres normatifs récents convergent vers une exigence que les NPP n'énoncent qu'implicitement à travers les éléments 6 et 8 de la règle 2.3 : la divulgation des *données* et des *modèles* sur lesquels la conclusion repose. IVS 104 traite des données et des intrants, IVS 105 des modèles d'évaluation (International Valuation Standards Council 2025) ; la norme VPS 5 du Red Book porte sur les modèles (Royal Institution of Chartered Surveyors 2024) ; et le CUSPAP consacre une norme à l'évaluation de masse (Appraisal Institute of Canada 2026). Pour l'évaluateur qui utilise un modèle hédonique (chapitre 18), un modèle spatial (chapitre 19) ou un algorithme d'apprentissage (chapitre 37), la règle de conduite est la suivante, et elle découle autant de l'article 41 du Code de déontologie que des normes internationales : nommer le modèle et sa forme ; décrire les données d'estimation (source, période, territoire, nombre d'observations, filtres appliqués) ; donner les mesures d'ajustement et de validation ; expliquer comment le modèle a été utilisé (pour dériver des ajustements, pour prédire, pour vérifier) et quel poids il a reçu dans la réconciliation ; et conserver au dossier le code ou les paramètres qui permettent de reproduire le résultat. Un modèle dont le rapport ne dit que « selon notre analyse statistique » n'est pas un modèle divulgué.

Le présent ouvrage applique à lui-même une règle plus exigeante encore, qui a valeur d'exemple pour la pratique. Toutes les données simulées y sont identifiées comme telles à leur première apparition, dans un encadré qui nomme le fichier, le script, la graine aléatoire et les sources de calibration ; chaque tableau et chaque figure qui en dépend porte la mention « données synthétiques » ; et chaque chiffre cité provient d'un script reproductible, testé, dont le nom est donné. Cette discipline, décrite à l'annexe D, transpose à l'écriture d'un traité ce que la règle 2.3 exige d'un rapport : que le lecteur puisse remonter de la conclusion aux données. Un évaluateur qui simule des scénarios, qui complète des données manquantes par imputation ou qui calibre un modèle sur des données partiellement construites doit, de la même façon, le dire dans l'étendue du travail et dans les hypothèses, et distinguer dans ses

tableaux ce qui est observé de ce qui est construit. Le chapitre 40 revient sur la présentation des simulations de Monte-Carlo dans un rapport.

10.6.4 L'attestation

Le douzième élément de la règle 2.3 est l'attestation, dont les NPP imposent le modèle ; elle commence par les mots « J'atteste par la présente, au mieux de ma connaissance et de ma conviction » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 12) et se poursuit par une série de déclarations que l'on peut paraphraser sans les reproduire : les faits énoncés sont vrais et exacts ; les analyses et conclusions sont neutres et objectives et ne sont restreintes que par les hypothèses et réserves énoncées ; le signataire n'a aucun intérêt actuel ou éventuel dans l'immeuble et aucun intérêt personnel envers les parties ; ses honoraires ne dépendent pas de la valeur conclue ; il a ou n'a pas inspecté l'immeuble personnellement ; il a reçu ou non l'aide de tiers, qu'il nomme ; le rapport est conforme aux normes de pratique de l'Ordre. L'attestation est datée et signée. Sa valeur tient à ce qu'elle fait converger en un seul paragraphe les obligations des sections 10.2 et 10.3 : l'indépendance de l'article 17, l'interdiction des honoraires conditionnels de l'article 24.1, l'inspection de la règle 2.4, la supervision de l'article 33, la conformité de l'article 4. Celui qui la signe sans que chacune de ces déclarations soit vraie commet, en un geste, plusieurs manquements.

10.7 Responsabilité civile et assurance

10.7.1 Le régime de droit commun

L'évaluateur agréé répond de ses actes selon le droit commun du Code civil du Québec, dont les dispositions ont été consultées à jour le 31 octobre 2026 (Québec 1991). Envers son client, la relation est un contrat de service : l'article 2098 définit le contrat d'entreprise ou de service comme celui par lequel le prestataire s'engage envers le client à fournir un service moyennant un prix, et l'article 2099 précise que le prestataire a le libre choix des moyens d'exécution et n'est pas subordonné au client (Québec 1991, art. 2098–2099). L'article 2100 énonce la norme de conduite : le prestataire est tenu « d'agir au mieux des intérêts de [son] client, avec prudence et diligence » et, suivant la nature du service, « conformément aux usages et règles de leur art » (Québec 1991, art. 2100). Cette disposition a deux conséquences pour l'évaluateur. D'une part, son obligation est en principe une obligation de *moyens* : il ne garantit pas que l'immeuble se vendra au prix estimé, il garantit d'avoir mis en œuvre, avec prudence et diligence, les règles de l'art ; et les règles de l'art, pour un évaluateur agréé, sont les NPP et la méthodologie qu'elles supposent, de sorte que la conformité aux normes devient le critère de la faute civile. D'autre part, l'article 2102 oblige le prestataire à fournir au client, avant la conclusion du contrat, toute information utile sur la nature de la tâche, les biens et le temps nécessaires (Québec 1991, art. 2102) : la définition du mandat, première étape du processus de la figure 10.1, est aussi une obligation civile.

Envers les tiers qui se fient au rapport sans être parties au contrat, le prêteur par exemple lorsque le rapport a été commandé par l'emprunteur, la responsabilité est extracontractuelle et relève de l'article 1457 : toute personne a le devoir de respecter les règles de conduite qui s'imposent à elle de manière à ne pas causer de préjudice à autrui, et répond du préjudice causé par sa faute (Québec 1991, art. 1457). La question de savoir qui peut se fier au rapport est précisément celle que l'élément 3 de la règle 2.3 règle en amont, en identifiant le destinataire

et l'usage prévu : un rapport qui précise qu'il est destiné au client aux fins d'une décision d'achat n'autorise pas un tiers à s'en servir pour un financement, et cette précision est la première défense de l'évaluateur. Le délai de prescription de l'action en responsabilité est de trois ans (Québec 1991, art. 2925) ; lorsque le préjudice se manifeste graduellement ou tardivement, il court du jour où il se manifeste pour la première fois (Québec 1991, art. 2926), ce qui explique que la conservation des dossiers pendant au moins cinq ans soit un minimum et que beaucoup de cabinets conservent plus longtemps.

10.7.2 Les réserves ne sont pas des clauses d'exonération

L'article 32 du Code de déontologie interdit à l'évaluateur d'exclure ou de limiter sa responsabilité civile par contrat (Québec 2000, art. 32). La règle clarifie le statut des réserves et des hypothèses de la règle 2.3 : elles délimitent l'*étendue* de ce que l'évaluateur affirme, elles n'exonèrent pas de la responsabilité pour ce qu'il affirme. Une réserve selon laquelle les titres n'ont pas été vérifiés signifie que l'évaluateur ne répond pas d'un vice de titre ; elle ne signifie pas qu'il ne répond pas d'une erreur de superficie ou d'un comparable mal vérifié. Une hypothèse extraordinaire dûment énoncée, avec son incidence, protège l'évaluateur si l'hypothèse se révèle fausse ; une hypothèse vague ne protège de rien, parce qu'elle ne permet pas au lecteur de mesurer ce qu'il risque. La discipline rédactionnelle de la section 10.2.5 est donc aussi une discipline de gestion du risque.

10.7.3 L'assurance responsabilité professionnelle

Comme tous les ordres professionnels québécois, l'OEAQ impose à ses membres une garantie de responsabilité professionnelle. Le rapport annuel 2024-2025 indique que la couverture a été portée à 2 000 000 $ à compter du 1er avril 2025 (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2025) ; le fonds d'assurance de la responsabilité professionnelle, qui publiait des rapports distincts de 2010 à 2019, a été intégré à l'Ordre le 1er avril 2020. L'assurance ne dispense d'aucune des obligations qui précèdent : elle indemnise le client ou le tiers lésé, elle protège le patrimoine de l'évaluateur, mais elle n'efface ni la faute déontologique, qui relève de la discipline de l'Ordre, ni le préjudice réputationnel. Les sinistres typiques en évaluation résidentielle tiennent à des erreurs de superficie ou de désignation, à des comparables non vérifiés, à des hypothèses non divulguées et à des rapports utilisés par des tiers pour un usage non prévu ; chacun de ces cas renvoie à un élément de la règle 2.3 mal traité, ce qui ramène, une dernière fois, à la grille du tableau 10.4. Il n'a pas été possible, dans le cadre de la vérification des sources de cet ouvrage, de consulter des décisions judiciaires ou disciplinaires récentes concernant des évaluateurs agréés ; le chapitre s'en tient donc aux textes et renvoie le lecteur à la jurisprudence pour les illustrations.

Au Québec

Trois traits distinguent le régime québécois des régimes voisins. Le premier est l'ancrage dans le Code des professions : les NPP ne sont pas les normes d'une association à laquelle on adhère librement, mais celles d'un ordre dont le mandat légal est la protection du public, et leur violation est passible de discipline. Le deuxième est la place de l'évaluation foncière municipale, visée expressément par le champ d'exercice de l'article 37 j) du

Code des professions (Québec 1973a), dotée de normes propres (normes 19 à 22) et d'une règle déontologique particulière sur les conflits d'intérêts entre la confection du rôle et l'expertise privée (Québec 2000, art. 19) ; le chapitre 9 en détaille les conséquences. Le troisième est la langue : les NPP, le Code de déontologie et les règlements existent en français et constituent la terminologie officielle, ce qui n'est pas anodin lorsqu'il faut traduire *extraordinary assumption*, *exposure time* ou *scope of work* ; l'ouvrage emploie les termes des NPP (hypothèse extraordinaire, délai d'exposition, étendue du travail) et donne l'anglais une fois entre parenthèses. Toutes les dispositions citées ont été consultées le 31 octobre 2026 ; les textes réglementaires sont à jour au 1er juillet 2026 et le Code des professions au 15 octobre 2026.

Erreurs fréquentes

- Confondre la date d'évaluation avec la date de l'inspection ou celle du rapport, ou remplacer la date d'évaluation par une « période de validité » : l'élément 5 de la règle 2.3 exige une date à laquelle l'opinion s'applique.
- Énoncer une hypothèse extraordinaire sans en indiquer l'incidence sur la valeur ni la rappeler à chaque énoncé de la conclusion ; la règle 2.1 c) et l'élément 7 de la règle 2.3 l'exigent.
- Croire qu'un rapport abrégé ou une mise à jour autorise l'omission d'éléments : les trois formes traitent les douze éléments, à des degrés de détail différents.
- Omettre l'inspection sans l'expliquer au rapport, ou laisser croire qu'une visite extérieure est une inspection complète.
- Signer un rapport préparé par un stagiaire sans l'avoir révisé : la règle 2.5 et l'article 33 font porter au signataire l'entière responsabilité.
- Accepter des honoraires liés au résultat pour un rapport d'évaluation, ou une rétribution de référencement ; les articles 21 et 24.1 l'interdisent.
- Écrire « la valeur est de » pour une estimation, ou « l'immeuble vaut » pour un prix observé ; le registre de la certitude doit correspondre à la nature de l'énoncé.
- Utiliser des réserves générales comme clauses d'exonération ; l'article 32 l'interdit et les tribunaux n'y voient pas une défense.
- Citer la numérotation des IVS 2022 (IVS 104 pour les bases de valeur, IVS 105 pour les approches) alors que l'édition 2025 les place en IVS 102 et IVS 103.

Limites et mises en garde

Ce chapitre décrit l'état des textes au 31 octobre 2026. Les NPP sont en cours de modernisation selon le rapport annuel 2024-2025 de l'Ordre, et un projet de permis dédié aux évaluateurs résidentiels est à l'étude ; l'une et l'autre pourraient modifier la structure des normes et les conditions d'accès décrites ici. L'USPAP n'a été vérifié que partiellement, par des sources secondaires, le site de The Appraisal Foundation étant inaccessible lors de la vérification ; sa structure interne n'est pas décrite et il ne faut pas s'appuyer sur ce chapitre pour un mandat américain. Le Red Book de la RICS a été vérifié par sa page officielle, non par le document complet. Le CUSPAP 2024 n'a pas été ouvert ;

sa date d'effet est confirmée par la page de l'Institut et par l'annexe 20 de l'édition 2026. La date exacte d'adoption de la version courante des NPP n'est pas affichée par l'Ordre, et le règlement sur les diplômes donnant ouverture au permis n'a pas été consulté : la liste des trois diplômes provient de la page d'information de l'Ordre. Aucune décision judiciaire ou disciplinaire concernant un évaluateur agréé n'a été vérifiée ; la section sur la responsabilité s'en tient aux dispositions du Code civil et du Code de déontologie. Le contrôle lexical de l'exemple intégral est un outil pédagogique : il détecte des formulations, non la qualité du contenu, et ses lexiques sont ceux de l'auteur. Le modèle de détection de l'équation (10.7) suppose des révisions indépendantes, hypothèse optimiste. Enfin, la matrice des dispositions dont la section 10.4 donne les statistiques est celle du dépôt de cet ouvrage ; elle décrit l'usage que le traité fait des normes, non le corpus normatif lui-même.

À retenir

- L'évaluation est au Québec une profession à titre réservé encadrée par le Code des professions ; l'évaluateur agréé formule « une opinion dûment motivée de la valeur » et engage un code de déontologie, des normes de pratique, une inspection professionnelle et une assurance.
- Les NPP distinguent règles coercitives et directives ; la règle 1.2 fixe douze éléments de substance, la règle 2.3 douze éléments que tout rapport écrit doit contenir, quelle que soit sa forme (narratif complet, abrégé, mise à jour). Le seul taux de conformité acceptable est $\tau = 1$.
- Une hypothèse extraordinaire est énoncée, justifiée, accompagnée de son incidence sur la valeur et rappelée à chaque conclusion ; elle délimite l'opinion, elle n'exonère pas.
- Le Code de déontologie protège l'indépendance (art. 17), encadre le double rôle et les conflits d'intérêts (art. 18–19), interdit commissions et honoraires conditionnels pour un rapport (art. 21, 24.1), impose la supervision (art. 33), la transparence méthodologique (art. 41) et le secret (art. 51), et interdit d'exclure sa responsabilité (art. 32).
- IVS 2025, CUSPAP 2026 et Red Book 2025 convergent entre eux et avec les NPP sur la définition fonctionnelle de la valeur marchande et la divulgation des hypothèses ; ils sont plus explicites sur les données, les modèles et le délai d'exposition. L'USPAP 2024 n'est que partiellement vérifié.
- La qualité se construit par autocontrôle, révision et inspection ; un contrôle automatique des douze éléments est un bon premier filtre, dont les limites sont connues.
- Le rapport distingue les faits, les estimations et les hypothèses par son langage ; il divulgue données, modèles et données construites ; l'attestation fait converger toutes les obligations en un paragraphe signé.
- L'évaluateur est tenu à une obligation de moyens selon les règles de l'art (art. 2100 C.c.Q.), répond envers les tiers selon l'article 1457, et l'assurance responsabilité (2 000 000 $ depuis le 1er avril 2025) complète sans remplacer ces obligations.

Exercices

Exercice 10.1 — Règles coercitives, directives et titres ★

Pour chacune des affirmations suivantes, dites si elle est exacte et justifiez-la en citant la disposition pertinente : (a) un rapport abrégé peut omettre la définition de la valeur si le client y consent ; (b) un évaluateur peut s'écarter d'une directive des NPP avec l'accord préalable du client, à condition de l'exposer au rapport ; (c) une personne qui n'est pas membre de l'Ordre ne peut pas exprimer d'opinion sur la valeur d'un immeuble ; (d) un évaluateur qui n'a pas inspecté l'immeuble doit l'expliquer au rapport ; (e) les normes 3 et 4 des NPP portent sur l'inspection professionnelle.

Exercice 10.2 — Formation continue et conservation des dossiers ★

(a) Une évaluatrice a accompli 26 heures de formation continue durant la période 2026-2027, dont 2 heures en éthique, déontologie et normes, et elle disposait d'un report de 5 heures de la période précédente. Sa période est-elle conforme ? Quel report transmet-elle à la période 2028-2029 ? Reprenez le calcul pour un confrère qui a accompli 33 heures dont 3 en éthique, sans report. (b) Un dossier d'évaluation est clos le 15 novembre 2026, date du dernier service rendu au client. Jusqu'à quelle date au moins doit-il être conservé selon le règlement sur la tenue des dossiers ? Expliquez pourquoi, compte tenu des articles 2925 et 2926 C.c.Q., cette durée est un minimum.

Exercice 10.3 — Révision critique de l'extrait fictif A ★★

Relisez l'extrait fictif A, reproduit dans le script `analysis/python/cases/ch10_controle_rapport.py` et résumé à la section 10.5.2. Pour chacun des douze éléments de la règle 2.3, indiquez s'il est présent, présent mais insuffisant, ou absent, et rédigez pour chaque élément absent la phrase ou le paragraphe qui le rendrait conforme, en inventant les faits nécessaires et en les identifiant comme fictifs. Expliquez ensuite pourquoi la « période de validité de six mois » ne tient pas lieu de date d'évaluation et pourquoi la « visite extérieure » appelle une explication au titre de la règle 2.4.

Exercice 10.4 — Situations déontologiques ★★

Qualifiez chacune des situations suivantes au regard du Code de déontologie et indiquez la conduite à tenir, avec les articles : (a) un prêteur demande à l'évaluateur de « confirmer » une valeur de 620 000 $ nécessaire à l'approbation d'un prêt ; (b) un évaluateur, également courtier, est mandaté pour évaluer une maison qu'il a inscrite à la vente ; (c) l'évaluateur chargé du rôle d'une municipalité est sollicité par un propriétaire de cette municipalité pour contester son évaluation ; (d) un client propose de verser, à titre

d'honoraires pour un rapport d'évaluation, 20 % de l'économie de taxes obtenue ; (e) un gestionnaire d'immeubles offre un montant fixe pour chaque dossier d'évaluation qu'il réfère au cabinet ; (f) un confrère d'un autre cabinet demande copie des états financiers d'un immeuble évalué l'an dernier.

Exercice 10.5 — Hypothèse extraordinaire et incidence sur la valeur ★★

L'extrait fictif B conclut à une valeur de 612 000 $ en présumant qu'un permis d'agrandissement a été obtenu. Supposez que, sans permis, l'évaluateur aurait conclu à 575 000 $. (a) Rédigez l'hypothèse extraordinaire conformément aux quatre éléments de l'encadré « En pratique » de la section 10.2.5, puis la phrase de conclusion qui la rappelle. (b) Calculez l'incidence de l'hypothèse en dollars et en pourcentage. (c) Un acheteur attribue 60 % de chances à l'existence du permis ; quelle valeur espérée devrait-il retenir pour sa décision, et pourquoi l'évaluateur ne doit-il pas lui-même conclure à cette valeur ? (d) Reprenez (c) avec 25 % et commentez la sensibilité.

Exercice 10.6 — Étendre et évaluer le contrôle automatique ★★★

À l'aide du script `analysis/python/cases/ch10_controle_rapport.py` : (a) ajoutez au lexique strict de l'élément 10 un motif qui détecterait la formulation « la méthode du revenu n'est pas applicable à une résidence occupée par son propriétaire » et vérifiez l'effet sur les quatre extraits ; (b) rédigez un cinquième extrait fictif qui obtient 12 sur 12 au contrôle strict tout en étant manifestement non conforme sur le fond (par exemple une hypothèse extraordinaire sans incidence et une attestation contredite par le texte), et expliquez ce que cela enseigne sur les limites du contrôle lexical ; (c) en vous appuyant sur l'équation (10.7), estimez la probabilité qu'une lacune échappe à un contrôle automatique de puissance $d_1 = 0{,}95$ pour les omissions grossières suivi d'une révision humaine de puissance $d_2 = 0{,}7$, en supposant l'indépendance ; discutez cette hypothèse d'indépendance.

Exercice 10.7 — Correspondance entre cadres normatifs ★★★

Un cabinet québécois reçoit d'un investisseur canadien un rapport préparé par un membre de l'Institut canadien des évaluateurs selon le CUSPAP 2026, et doit l'intégrer à un dossier soumis aux NPP. (a) Dressez un tableau de correspondance entre les notions du CUSPAP (*extraordinary assumption*, *hypothetical condition*, *extraordinary limiting condition*, *exposure time*) et les notions des NPP, en indiquant celles qui n'ont pas d'équivalent exact. (b) Indiquez quels éléments de la règle 2.3 un examinateur devrait vérifier en priorité dans un rapport CUSPAP avant de le juger utilisable, et sous quelle norme des NPP il rendrait compte de son examen. (c) Expliquez pourquoi ce chapitre refuse de décrire le contenu de l'USPAP 2024 et ce qu'un rédacteur devrait faire avant de le citer.

Pour aller plus loin

Les textes primaires sont la première lecture : les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), dont on lira en entier l'introduction, les normes 1 et 2 et les annexes B et E, puis le Code de déontologie (Québec 2000) et les règlements du tableau 10.1. Pour les cadres voisins, le CUSPAP 2026 (Appraisal Institute of Canada 2026) et les IVS 2025 (International Valuation Standards Council 2025), tous deux diffusés gratuitement, se lisent avec profit en parallèle des NPP ; le Red Book (Royal Institution of Chartered Surveyors 2024) est indispensable pour les mandats internationaux. Les manuels de référence de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026) et son édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) consacrent des chapitres au processus d'évaluation et à la rédaction du rapport, et le dictionnaire de l'Institut (Appraisal Institute 2022) fixe la terminologie anglaise. Sur les fondements comportementaux de l'éthique de l'estimation, on lira Northcraft et Neale (1987), Diaz (1990), Diaz (1997) et le bilan de Diaz et Hansz (2002) ; Lentz et Wang (1998) situent ces questions dans le processus de prêt hypothécaire. Enfin, French et Gabrielli (2004) ont posé les termes du débat sur la communication de l'incertitude dans le rapport, que le chapitre 20 prolonge.

PARTIE III

Inspection et données

CHAPITRE 11

11

Inspection et pathologies du bâtiment

Aucune méthode d'évaluation ne vaut mieux que la connaissance que l'évaluateur a de l'immeuble qu'il évalue. Les comparables ne s'ajustent correctement que si l'état du sujet est connu, la méthode du coût ne déprécie que ce qui a été constaté, et le revenu d'un immeuble locatif dépend des réparations qui l'attendent. L'inspection est donc la première opération de toute évaluation, et elle est aussi la plus exposée à l'erreur, parce qu'elle repose sur l'observation d'un objet complexe, en partie caché, pendant un temps limité. Le présent chapitre ouvre la troisième partie de l'ouvrage, consacrée à l'information : il décrit ce que l'évaluateur doit voir, ce qu'il peut légitimement déduire de ce qu'il voit, et la façon dont ces constats se traduisent en chiffres, d'abord sous la forme d'une note d'état par composante, puis d'un âge effectif qui alimentera la dépréciation du chapitre 24. Il distingue soigneusement l'inspection d'évaluation de l'inspection préachat, passe en revue les pathologies propres au parc québécois, et conduit, sur la maison du dossier de Gatineau (cas 1), une inspection complète dont chaque chiffre est reproduit par un script.

Objectifs pédagogiques

- Situer l'inspection dans l'acte d'évaluation et la distinguer de l'inspection préachat, dans ses objectifs, sa portée et sa responsabilité.
- Lire l'enveloppe, la structure, les fondations et les systèmes d'un bâtiment résidentiel et reconnaître les signes des pathologies fréquentes au Québec.
- Connaître le cadre juridique applicable : garantie de qualité, déclarations du vendeur, plan de garantie des bâtiments neufs, obligations déontologiques de l'évaluateur.
- Classer l'état de chaque composante sur une échelle ordinale déclarée et convertir ce classement en âge effectif selon une convention explicite.
- Relier la fiche d'état à la dépréciation physique ventilée et mesurer la sensibilité du résultat aux conventions retenues.
- Décider, par un raisonnement de valeur de l'information, quand recommander un test spécialisé et comment formuler l'hypothèse extraordinaire correspondante.
- Connaître la structure du formulaire d'inspection de l'ouvrage (annexe B) et les exigences de documentation du dossier.

11.1 L'inspection d'évaluation : objet, portée et cadre

11.1.1 Pourquoi l'évaluateur inspecte

Les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec posent l'exigence en termes simples : tout immeuble évalué doit faire l'objet d'une inspection, sauf circonstances exceptionnelles qui seront expliquées au rapport (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.4). La règle est coercitive, et elle se comprend à la lumière du contenu minimal du rapport : le premier des douze éléments exigés est l'identification physique et légale de l'immeuble, le sixième l'étendue du travail, le septième les réserves et hypothèses de base, le huitième le traitement de l'information et le raisonnement (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3). L'inspection est ce qui donne un contenu à ces éléments. Sans elle, la description du bâtiment est empruntée au rôle d'évaluation, à la fiche de courtage ou aux dires du propriétaire, trois sources dont le chapitre 13 montre les limites, et la conclusion de valeur repose sur un immeuble supposé plutôt que constaté.

L'**inspection d'évaluation** a donc un objet précis : établir, à la date d'évaluation, les caractéristiques physiques du bien qui influent sur sa valeur, et parmi elles l'état de chaque composante, les réparations différées, les améliorations récentes, les éléments fonctionnellement désuets et les indices de pathologies cachées. Elle ne cherche ni à certifier que le bâtiment est sain ni à garantir l'absence de vices : elle cherche à savoir ce qu'un acheteur prudent et informé constaterait, puisque c'est de ce point de vue que la valeur marchande est définie (chapitre 2). Lorsqu'un indice sérieux échappe à l'observation directe, l'évaluateur ne tranche pas ; il formule une **hypothèse extraordinaire**, en indique l'incidence sur la valeur et recommande, s'il y a lieu, l'intervention d'un spécialiste (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.1 c)). La section 11.4.4 donne à cette recommandation une forme quantitative.

11.1.2 Inspection d'évaluation et inspection préachat

L'inspection préachat est un service distinct, rendu à un acheteur par un inspecteur en bâtiment, et il importe de ne pas confondre les deux exercices, ni de présenter l'un comme un substitut de l'autre. La norme de pratique de l'Association des inspecteurs en bâtiments du Québec (AIBQ), publiée en collaboration avec l'Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec, décrit l'inspection préachat comme une inspection « visuelle et attentive, qui n'est cependant pas techniquement exhaustive », consistant en « un examen visuel de l'état physique des systèmes et des composantes installés, facilement accessibles » (Association des inspecteurs en bâtiments du Québec 2011, art. 7 et 8). La même norme exclut expressément du mandat l'évaluation de la durée de vie résiduelle des composantes, l'évaluation des méthodes et des coûts de correction et, surtout, « l'évaluation de la valeur marchande de la propriété » (art. 12.1 à 12.3) ; elle oblige en revanche l'inspecteur à prendre connaissance des déclarations du vendeur (art. 16) et à remettre un rapport écrit dont le contenu minimal est fixé (art. 14). Les normes nord-américaines sont construites sur le même modèle : les *Standards of Practice* de l'International Association of Certified Home Inspectors définissent l'inspection résidentielle comme un examen visuel et non invasif des parties accessibles d'une propriété et précisent qu'elle ne détermine ni la valeur marchande ni l'espérance de vie des composantes (International Association of Certified Home Inspectors 2022, art. 2.1.5 et 2.1.8).

La comparaison du tableau 11.1 fait ressortir trois différences. La première tient à la finalité : l'inspecteur informe un acheteur sur l'état du bâtiment, l'évaluateur en déduit une valeur ; le premier décrit des défauts, le second les traduit en dépréciation. La deuxième tient à la profondeur : l'inspection préachat dure plusieurs heures, met à l'essai les appareils par leurs commandes normales et examine systématiquement onze systèmes, alors que l'inspection d'évaluation d'une maison unifamiliale est souvent plus courte et vise l'essentiel pour la valeur ; en contrepartie, l'évaluateur apporte une connaissance du marché que l'inspecteur n'a pas, et il sait quels défauts le marché pénalise. La troisième tient à la responsabilité : l'inspecteur en bâtiment répond de ce qu'il aurait dû voir dans les limites de sa norme et de sa convention de service ; l'évaluateur répond de sa conclusion de valeur, et l'état du bâtiment en est l'un des intrants. Lorsqu'un rapport d'inspection préachat existe, il est une source précieuse pour l'évaluateur, qui le cite, en vérifie les constats principaux lors de sa propre visite et ne s'y substitue pas.

Tableau 11.1. Inspection d'évaluation et inspection préachat : deux exercices distincts

Dimension	Inspection d'évaluation	Inspection préachat
Cadre	NPP de l'OEAQ, règle 2.4 (inspection obligatoire sauf exception expliquée) ; règle 2.3 (identification, étendue du travail, hypothèses)	Norme de pratique de l'AIBQ (ou norme équivalente) et convention de service d'inspection ; rapport écrit obligatoire
Finalité	Décrire le bien à la date d'évaluation et en déduire les intrants de la valeur (état, âge effectif, réparations, désuétudes)	Donner à l'acheteur « une meilleure connaissance de l'état du bâtiment » (AIBQ, art. 6)
Méthode	Visite, mesurage, photographies, lecture des documents (rôle, certificat de localisation, déclarations du vendeur, permis), entretien avec l'occupant	Examen visuel et attentif des systèmes et composantes installés et accessibles ; essai des appareils par leurs commandes normales ; sondage des éléments détériorés
Ce qui est exclu	Diagnostic technique, essais destructifs, certification de conformité ; l'évaluateur recommande un spécialiste et formule une hypothèse extraordinaire	Durée de vie résiduelle, coûts de correction, valeur marchande, recommandation d'achat, éléments enfouis, conformité aux codes (AIBQ, art. 11 et 12)
Produit	Section descriptive du rapport d'évaluation, fiche d'état par composante, liste des travaux, âge effectif	Rapport d'inspection décrivant les systèmes inspectés, non inspectés et à réparer, avec photographies (AIBQ, art. 14)
Lien avec la valeur	Direct : alimente la dépréciation (chapitre 24), les ajustements d'état (chapitre 17) et les réserves pour travaux (chapitre 28)	Indirect : le rapport sert à la négociation et peut conditionner la promesse d'achat (clause d'inspection)

Source : synthèse de l'auteur d'après Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024) et les normes AIBQ (V03, 2011, m.à.j. 2023) et InterNACHI (2022) consultées le 31 octobre 2026.

11.1.3 Le cadre juridique : garantie de qualité, déclarations du vendeur, bâtiments neufs

L'inspection s'inscrit dans un cadre juridique que l'évaluateur doit connaître, non pour le dire au client à la place du juriste, mais parce qu'il détermine qui, du vendeur ou de l'acheteur, supporte le risque d'un défaut, et donc le prix auquel les parties concluent. Le Code civil du Québec oblige le vendeur à garantir que le bien est exempt de vices cachés qui le rendent impropre à l'usage auquel on le destine ou qui en diminuent tellement l'utilité que l'acheteur ne l'aurait pas acheté, ou n'aurait pas donné si haut prix (Québec 1991, art. 1726). Le même article précise qu'est apparent le vice qui peut être constaté par un acheteur prudent et diligent sans avoir besoin de recourir à un expert. La Cour d'appel a fixé la norme dans l'arrêt *Marcoux c. Picard* : le test de l'article 1726 est celui de l'acheteur prudent et diligent, non celui de l'expert tatillon (Cour d'appel du Québec 2008, par. 20). La Cour suprême avait, l'année précédente, posé les principes généraux de la garantie dans *ABB c. Domtar* (Cour suprême du Canada 2007). Pour l'évaluateur, la conséquence est double. D'une part, le degré de diligence attendu de l'acheteur est précisément celui de l'inspection visuelle et attentive décrite plus haut : ce que cette inspection révèle est apparent et se négocie dans le prix ; ce qu'elle ne révèle pas est caché et relève de la garantie. D'autre part, la valeur marchande suppose un acheteur informé de l'état de l'immeuble ; une transaction conclue dans l'ignorance d'un vice important n'est pas un comparable représentatif, et c'est l'une des raisons pour lesquelles le chapitre 16 impose la vérification des ventes.

La garantie peut être limitée ou exclue par convention, sauf pour les vices que le vendeur connaissait ou ne pouvait ignorer, et la vente faite « aux risques et périls » de l'acheteur par un vendeur non professionnel a un régime particulier (Québec 1991, art. 1732–1733). La mention « vendu sans garantie légale » est fréquente dans les successions et les reprises, et elle a un prix : l'acheteur assume un risque qu'il aurait autrement transféré, de sorte qu'à état constaté égal, un immeuble vendu sans garantie se négocie habituellement avec une décote. L'évaluateur qui compare une telle vente à un sujet vendu avec garantie doit en tenir compte dans les conditions de vente (chapitre 17) ; il ne doit pas, en revanche, chiffrer lui-même la décote comme s'il s'agissait d'une règle, car elle dépend du marché et de l'information disponible.

Les déclarations du vendeur et la clause d'inspection

Depuis juillet 2012, le formulaire *Déclarations du vendeur sur l'immeuble* (DV) de l'Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec est obligatoire lorsqu'une personne physique vend, par l'entremise d'un courtier, un immeuble principalement résidentiel de moins de cinq logements ; la copropriété divise a son propre formulaire (DVD) (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2026 ; Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a). La version V24 (juin 2022) comporte quinze sections, de l'identification du vendeur aux équipements, en passant par le terrain, les infiltrations d'eau, la toiture, la plomberie, l'électricité, le chauffage et les contaminants connus ; elle est annexée à la promesse d'achat par sa clause 13.1 (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022b). La promesse d'achat prévoit par ailleurs, à sa clause 8, la faculté pour l'acheteur de faire inspecter l'immeuble par une personne de son choix

dans un délai convenu, et elle stipule que l'immeuble est vendu avec la garantie légale de propriété et de qualité à moins de stipulation contraire à la clause 12.1 (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022b). Pour l'évaluateur, la DV est l'une des sources les plus utiles de l'inspection : elle date les travaux, révèle les sinistres et les réclamations, signale les tests déjà faits (pyrite, radon, amiante) et oriente la visite. Elle n'est pas publique ; l'évaluateur la demande au client ou au courtier, et il note au rapport qu'elle a été lue ou qu'elle n'était pas disponible. Depuis la Loi 16 de 2019, dont l'intitulé vise notamment « l'encadrement des inspections en bâtiment », le législateur s'est donné les moyens d'encadrer la profession d'inspecteur (Québec 2019) ; l'état du règlement d'application n'a pas pu être vérifié à la date de rédaction et le lecteur consultera la Régie du bâtiment du Québec.

Pour les bâtiments neufs, le cadre est différent : la Loi sur le bâtiment impose à l'entrepreneur une licence (Québec 1985b, art. 46) et un plan de garantie obligatoire, administré par Garantie de construction résidentielle (GCR), pour les maisons unifamiliales, les duplex à quintuplex et les petites copropriétés (Québec 1998, art. 2). La garantie couvre les malfaçons non apparentes pendant un an, les vices cachés pendant trois ans et les vices de conception, de construction ou de réalisation et les vices du sol au sens de l'article 2118 C.c.Q. pendant cinq ans à compter de la réception, avec un plafond de 300 000 $ par maison unifamiliale et de 200 000 $ par logement pour un multifamilial (Québec 1998, art. 10, 13 et 14). Ces durées fixent le calendrier d'une inspection de bâtiment neuf : les vices apparents se dénoncent à la réception ou dans les trois jours, et un acheteur qui approche de la fin de la troisième ou de la cinquième année a intérêt à inspecter avant l'échéance. La garantie est transférable à l'acquéreur subséquent (Québec 1998, art. 16), de sorte qu'une maison de deux ans qui change de mains conserve une protection dont l'évaluateur tient compte dans la comparaison avec des maisons plus anciennes. Le chapitre 23 revient sur le cadre de la construction et le chapitre 44 sur les programmes d'aide à la rénovation.

11.2 Lire le bâtiment : enveloppe, structure et fondations

11.2.1 L'enveloppe comme système

L'**enveloppe** d'un bâtiment est l'ensemble des éléments qui séparent l'intérieur chauffé de l'extérieur : toiture, murs hors sol, fenêtres et portes, fondations et dalle. Sa fonction première est de contrôler quatre flux, l'eau, l'air, la vapeur et la chaleur, et la plupart des pathologies du bâtiment résidentiel résultent d'un défaut de contrôle de l'un d'eux. L'eau qui s'infiltre par un solin défectueux pourrit la charpente ; l'air chaud et humide qui s'échappe dans le comble par un pare-vapeur discontinu y condense et y fait naître des moisissures ; la chaleur qui fuit par un mur mal isolé crée des ponts thermiques où la condensation se dépose. La figure 11.1 schématise ces éléments et situe les points que l'inspection examine en priorité. Lire l'enveloppe comme un système, plutôt que comme une liste de matériaux, est ce qui permet de passer d'un symptôme observé à sa cause probable, et c'est cette cause qui détermine si le défaut est curable à peu de frais ou s'il traduit une dégradation profonde.

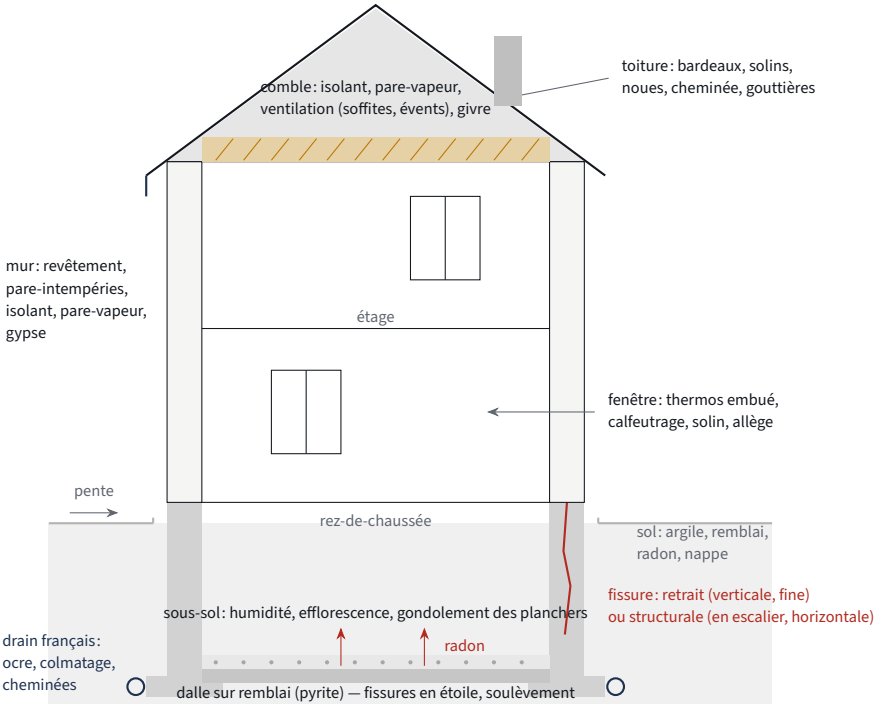


Figure 11.1. Coupe schématique de l'enveloppe d'un cottage et points d'attention de l'inspection : toiture et comble, murs et fenestration, fondations, dalle et drain, sol. Chaque élément contrôle un flux (eau, air, vapeur, chaleur) et chaque pathologie de la section 11.4 correspond à la défaillance d'un de ces contrôles.
Source : schéma de l'auteur.

11.2.2 Toiture, combles et drainage des eaux de surface

La toiture est la composante de courte durée la plus coûteuse d'une maison et celle dont la défaillance cause les dommages les plus étendus. L'inspection l'aborde depuis le sol et, lorsque c'est possible sans risque, depuis une échelle ou un point d'observation voisin : on y lit l'âge des bardeaux à la perte de granules, au relèvement des pattes et à la fissuration, l'état des solins à la cheminée, aux murs et aux noues, l'alignement des faîtes, la présence de mousse ou de débris. Le comble se visite par la trappe : on y vérifie l'épaisseur et la continuité de l'isolant, la présence d'un pare-vapeur du côté chaud, l'état du platelage, l'ouverture des soffites et des évents, et les traces d'humidité, de givre hivernal ou de moisissures sur les chevrons, qui trahissent une ventilation insuffisante ou des fuites d'air chaud depuis l'habitation. Les gouttières et les descentes sont examinées pour leur fixation et pour la distance à laquelle elles rejettent l'eau ; une descente qui se vide au pied de la fondation est une cause fréquente d'infiltration au sous-sol, et la pente du terrain autour du bâtiment, qui doit éloigner l'eau, se vérifie à l'œil et au niveau. Ces constats sont peu coûteux à corriger lorsqu'ils sont pris à temps ; ils deviennent structuraux lorsqu'ils sont négligés pendant des années.

11.2.3 Murs, revêtements et fenestration

Les murs hors sol se lisent de l'extérieur et de l'intérieur. À l'extérieur, le revêtement renseigne par son matériau et son état : une brique saine aux joints intacts, un déclin de bois ou de fibrociment dont la peinture tient, un parement de vinyle sans gondolement ni décoloration. On s'attarde aux points singuliers, allèges, linteaux, jonctions avec la toiture et les balcons, sorties d'appareils, où les solins et les calfeutrages vieillissent plus vite que les surfaces. Les fissures en escalier dans la maçonnerie, les joints effrités, le renflement d'un pan de mur signalent un mouvement de la structure ou des fondations et appellent un examen approfondi. À l'intérieur, les taches, le gondolement du gypse, les joints qui se fissurent au-dessus des ouvertures, les portes qui coincent indiquent soit une infiltration, soit un mouvement. La fenestration, enfin, est à la fois une composante de confort et une composante énergétique : le double vitrage dont le scellé a cédé s'embue, le calfeutrage sec laisse passer l'air et l'eau, les châssis de bois pourrissent au bas des meneaux. Le dénombrement des unités à remplacer est une donnée que l'évaluateur relève précisément, parce qu'elle se chiffre directement en coût de correction.

11.2.4 Fondations, dalle et sols : les pathologies québécoises

Les fondations sont la partie du bâtiment où les pathologies propres au Québec se concentrent, et leur inspection exige une attention particulière parce qu'une partie des indices est enfouie ou dissimulée par les finitions du sous-sol. La première lecture est celle des fissures. Une fissure de retrait du béton est verticale ou légèrement oblique, fine, d'ouverture constante, et elle n'a de conséquence que si l'eau y passe, ce que l'efflorescence ou les traces de ruissellement révèlent ; sa correction, par injection, est une réparation courante. Une fissure horizontale, une fissure en escalier dans un mur de blocs, une fissure dont l'ouverture varie ou dont les lèvres sont décalées traduisent une poussée ou un tassement, et elles appellent une expertise.

La **pyrite** est le problème le plus connu de la région de Montréal. Selon la Régie du bâtiment du Québec, ce minéral présent dans certains remblais de pierre concassée produit

de l'acide sulfurique en s'oxydant au contact de l'humidité et de l'oxygène et peut provoquer, sous une fondation, le soulèvement et la fissuration de la dalle de béton (Régie du bâtiment du Québec 2026f). Les signes sont le bombement et la fissuration en étoile de la dalle du sous-sol et surtout du garage, où l'épaisseur du remblai est plus grande, parfois la poussée latérale sur les murs du garage et une poussière blanchâtre dans les fissures. La pratique du marché québécois consiste à faire prélever et analyser le remblai par un laboratoire, selon un protocole d'échantillonnage reconnu, et à exprimer le résultat sous la forme d'un indice pétrographique du potentiel de gonflement (IPPG) ; les remblais certifiés non gonflants depuis la fin des années 1990 ont fait reculer le problème dans les constructions récentes. L'évaluateur qui observe les signes, ou qui évalue une maison construite dans la période et les secteurs touchés sans certificat de remblai ni test antérieur, formule une hypothèse extraordinaire et recommande le test ; il ne chiffre pas lui-même l'excavation.

La **pyrrhotite** est un problème de nature différente, concentré en Mauricie et dans le Centre-du-Québec : il s'agit d'un sulfure de fer présent dans le granulat du béton lui-même, qui, selon la description de la Régie, cristallise en lamelles et peut provoquer des fissures dans le béton[o] ; le remède est le remplacement des fondations. Le gouvernement du Québec a administré, de 2011 au 30 septembre 2026, un Programme pour les résidences endommagées par la pyrrhotite, dont le volet I offrait une aide égale à 75 % des coûts admissibles jusqu'à concurrence de 75 000 $ pour un bâtiment non couvert par le plan de garantie, à la condition que les fondations soient endommagées ou présentent un taux minimal de 0,23 % de pyrrhotite (Gouvernement du Québec 2026j). La fin du programme ne fait pas disparaître le problème : pour une maison des années concernées dans les municipalités visées, l'existence d'un rapport d'expertise, d'un remplacement documenté des fondations ou d'une décision judiciaire est une information de premier ordre.

L'**ocre ferreuse** touche le drain français. La Régie en décrit deux mécanismes : une réaction chimique, lorsque le sol contient du fer qui migre avec l'eau vers le drain et forme au contact de l'air une boue d'hydroxyde de fer, et un processus biologique, lorsque la ferrobactérie présente dans la nappe phréatique produit une masse gélatineuse ; dans les deux cas, un dépôt visqueux colmate le drain, et l'eau s'infiltre à la jonction des murs et de la dalle (Régie du bâtiment du Québec 2026a). Les sols sablonneux contenant du silt y sont plus exposés que les sols argileux, et les signes sont des dépôts rougeâtres sur la dalle ou dans le bassin de captation, une odeur de soufre, une eau rougeâtre dans les fossés après la pluie. La Régie recommande, sur les sites à risque, une évaluation du site avant la construction et l'installation de cheminées de nettoyage permettant d'entretenir le drain ; pour une maison existante, la présence de ces cheminées, la fréquence des nettoyages et l'état du drain, vérifiable par caméra, sont les données à recueillir. Les **sols argileux**, enfin, présents notamment dans la vallée du Saint-Laurent, la vallée de l'Outaouais et au Saguenay–Lac-Saint-Jean, varient de volume avec leur teneur en eau ; la plantation de certaines espèces d'arbres et les périodes de sécheresse peuvent occasionner la contraction de l'argile et l'affaissement des fondations (Régie du bâtiment du Québec 2026g). La distance des grands arbres, les fissures d'un côté du bâtiment et la saison des constats sont ici les indices utiles.

11.2.5 Les pathologies selon la période de construction

L'année de construction est le premier filtre de l'inspection : elle dit quels matériaux étaient en usage, quelles pratiques étaient courantes et quelles interdictions sont intervenues

depuis. La figure 11.2 rassemble, sous forme de frise, les périodes pendant lesquelles les principaux matériaux et pratiques à risque ont été mis en place dans le parc résidentiel québécois. Ces bornes sont des repères de métier, arrondis à la décennie ; elles ne constituent pas une statistique et doivent être lues comme une liste de vérification indexée sur l'âge, non comme une probabilité. Seules les dates marquées « (v) » ont été vérifiées sur une source publique : l'interdiction de la mousse isolante d'urée-formaldéhyde en décembre 1980, la période de vente de la vermiculite de la mine de Libby, l'interdiction de l'amiante en 2018, la fin du programme pyrrhotite et l'entrée en vigueur du chapitre I du Code de construction fondé sur le Code national du bâtiment 2020 modifié pour le Québec, le 17 avril 2025, avec une période transitoire qui autorise les dispositions antérieures pour les travaux commencés avant le 17 octobre 2027 (Québec 2022 ; Régie du bâtiment du Québec 2026e). Pour une maison de 1998 comme celle du cas 1, la frise oriente la visite vers le remblai sous la dalle, le pare-vapeur et la ventilation du comble, et elle écarte d'emblée les fils d'aluminium, le galvanisé et la MIUF, sauf rénovation documentée du contraire.

11.3 Les systèmes : électricité, plomberie, chauffage et ventilation

11.3.1 Électricité

L'inspection de l'installation électrique commence au panneau : type de protection (fusibles ou disjoncteurs), intensité de l'entrée, présence de circuits ajoutés sans protection adéquate, traces de surchauffe, double raccordement d'un même disjoncteur. L'évaluateur ne touche pas aux conducteurs sous tension et ne retire pas le couvercle du panneau ; il observe, photographie et note. Trois situations, associées à des périodes de construction précises, retiennent l'attention parce qu'elles influent directement sur l'assurabilité et sur la négociation du prix : le filage à boutons et tubes des maisons les plus anciennes, le filage de cuivre à deux fils sans mise à la terre des années d'après-guerre, et le filage d'aluminium des circuits de dérivation installé pendant une courte période au tournant des années 1970, dont les connexions avec des dispositifs non prévus à cet effet sont une source documentée d'échauffement. Lorsque l'un de ces systèmes est présent, les assureurs exigent souvent une mise aux normes ou une attestation de maître électricien, et le marché l'anticipe ; l'évaluateur relève le fait et renvoie à un électricien pour le chiffrage, au besoin sous forme d'hypothèse extraordinaire. Le reste de l'inspection électrique porte sur ce qu'un occupant voit : prises et interrupteurs, présence de prises à disjoncteur différentiel près des points d'eau, éclairage, détecteurs de fumée et de monoxyde de carbone.

11.3.2 Plomberie

Le réseau d'alimentation s'identifie par ses matériaux : l'acier galvanisé des maisons anciennes, qui se corrode de l'intérieur, réduit la pression et finit par fuir ; le cuivre, durable mais sujet aux fuites aux joints ; le polyéthylène réticulé (PEX) des constructions et rénovations récentes ; et la tuyauterie de polybutylène, grise, installée pendant une période limitée des années 1980 et 1990 et retirée du marché après des défaillances répétées, que plusieurs assureurs traitent avec réserve. L'entrée d'eau en plomb des petites maisons les plus anciennes est un cas particulier : elle relève de la santé publique et les municipalités mènent des programmes de remplacement. L'évaluateur note le matériau de l'entrée d'eau et des conduites visibles, la pression à un robinet, l'état des raccords, les traces de fuite sous

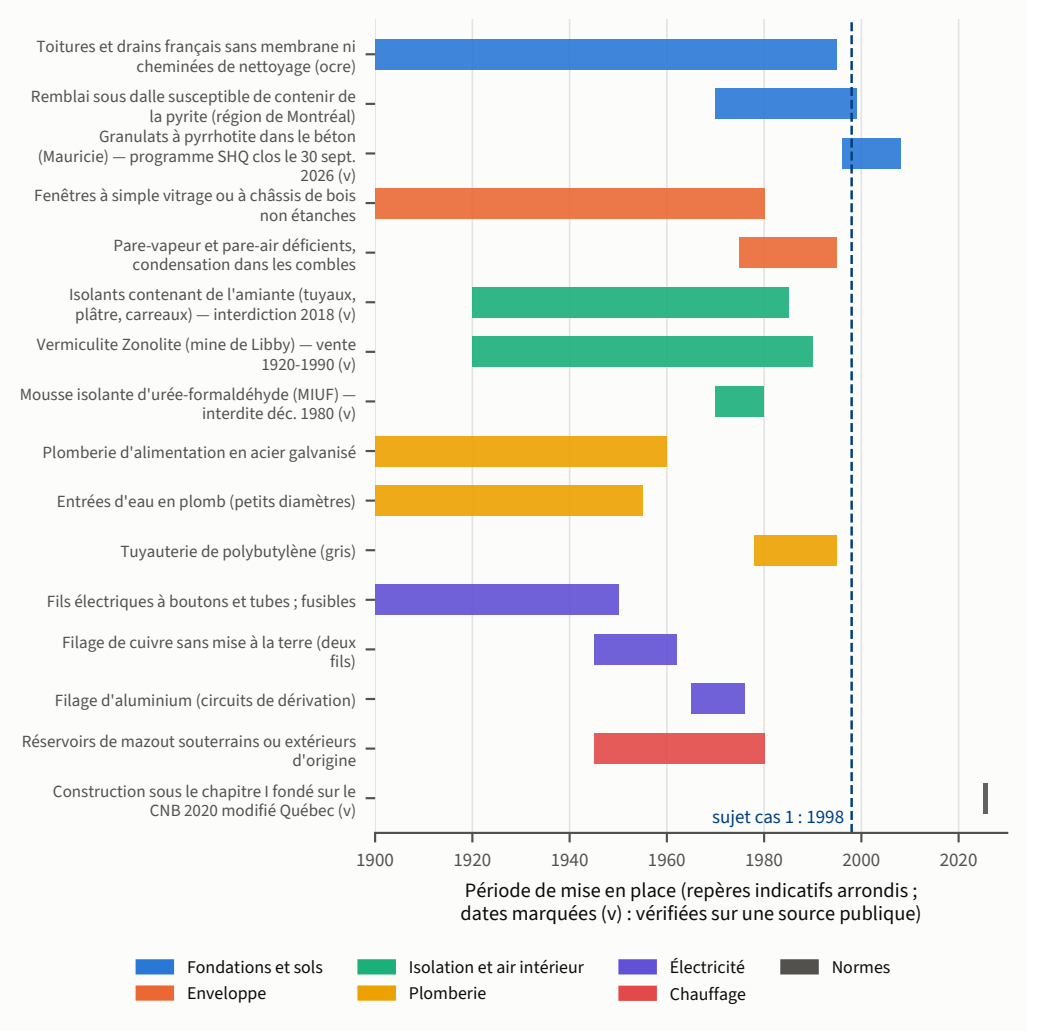


FIGURE 11.2. Frise indicative des matériaux et pratiques à risque selon la période de mise en place dans le parc résidentiel québécois. Les bornes sont des repères de connaissances générales du métier, arrondis à la décennie ; seules les dates marquées (v) ont été vérifiées sur une source publique. La frise sert de liste de vérification indexée sur l'âge, non de mesure de prévalence.

Source : analysis/python/figures/ch11_frise_pathologies.py ; repères indicatifs de l'auteur ; dates vérifiées : RNCan (MIUF, vermiculite), Canada.ca (amiante), Québec.ca (pyrrhotite), RBQ (Code de construction), consultées le 31 octobre 2026.

les éviers et autour des appareils. Le réseau d'évacuation se lit à ses matériaux (fonte, ABS, PVC) et à ses pentes ; un clapet antiretour au branchement d'égout est, dans les secteurs exposés aux refoulements, une donnée que l'évaluateur relève parce que les assureurs la demandent et parce que les programmes d'adaptation la subventionnent (chapitre 43). Le chauffe-eau porte une plaque signalétique qui donne sa date de fabrication, et son âge est l'une des rares données d'inspection qui ne se discute pas.

11.3.3 Chauffage, mazout et ventilation

Le système de chauffage se décrit par son énergie, son générateur et sa distribution : plinthes électriques, fournaise à air pulsé, chaudière à eau chaude, thermopompe centrale ou murale, appareil à combustible solide. Les appareils ont un âge, lisible sur la plaque, et un état d'entretien, visible au filtre, au brûleur, à la propreté des conduits. Le chauffage au mazout appelle une attention particulière à cause du réservoir. Un réservoir intérieur se vérifie à la rouille, aux suintements au fond et aux raccords, à sa date de fabrication ; un réservoir extérieur, à son support et à sa protection ; un réservoir souterrain, dont l'existence passée ou présente se devine aux conduits de remplissage et d'évent qui sortent du sol ou du mur, est un risque de contamination du sol que l'évaluateur signale et renvoie à une expertise environnementale (chapitre 43). La réglementation de la Régie du bâtiment sur les équipements pétroliers vise d'abord les installations à risque élevé ; les équipements de moins de 10 000 L d'une maison unifamiliale n'y sont pas considérés comme tels, et les appareils de chauffage au mazout relèvent de la norme d'installation adoptée par renvoi (Régie du bâtiment du Québec 2026c). Le contexte économique compte autant que la réglementation : l'aide québécoise à la conversion des équipements au mazout a pris fin le 31 mars 2026 et le programme fédéral de conversion abordable du mazout à la thermopompe avait une date limite de dépôt au 31 juillet 2026 pour le Québec, de sorte qu'une maison encore chauffée au mazout en 2026 porte un coût de conversion que l'acheteur assume désormais seul (chapitre 44). La ventilation, enfin, est examinée pour sa présence et son état : ventilateur récupérateur de chaleur, ventilateurs de salles de bain et de cuisine évacuant à l'extérieur, et non dans le comble, échangeur d'air dont le noyau et les filtres sont propres. Une maison récente et étanche sans ventilation mécanique fonctionnelle est une maison où l'humidité s'accumule, et les signes en sont visibles aux fenêtres et dans le comble.

11.4 Humidité, air intérieur et contaminants

11.4.1 Humidité et moisissures

L'humidité est le dénominateur commun de la plupart des pathologies, et la moisissure en est le signe le plus visible. Santé Canada recommande de maintenir le taux d'humidité relative entre 30 % et 50 % et considère qu'aucune quantité de moisissure n'est dépourvue de risques ; l'organisme classe les surfaces contaminées en trois catégories, petite lorsqu'il n'y a pas plus de trois plaques couvrant chacune moins d'un mètre carré, moyenne au-delà et jusqu'à trois mètres carrés, grande au-delà, et il recommande de faire appel à un professionnel lorsque la zone touchée est importante ou lorsque les moisissures réapparaissent après des nettoyages répétés (Santé Canada 2023b). Pour l'évaluateur, la question n'est pas celle de l'espèce, que Santé Canada juge généralement inutile d'identifier, mais celle de la cause et de l'étendue : une tache au plafond d'une salle de bain sans ventilation est un problème d'usage,

curable ; une moisissure généralisée au bas des murs du sous-sol traduit une infiltration ou une remontée d'humidité par la dalle, et elle appelle l'ouverture des finitions. L'hygromètre et l'humidimètre à pointes sont les deux instruments que l'évaluateur peut raisonnablement porter dans sa mallette ; au-delà, la recherche de moisissures cachées relève du spécialiste, et la norme de l'AIBQ elle-même exclut du mandat de l'inspecteur l'opinion sur la présence de substances dangereuses (art. 11.4).

11.4.2 Amiante, vermiculite et mousse isolante d'urée-formaldéhyde

Avant 1990, l'amiante était surtout utilisé pour isoler les bâtiments et les habitations contre le froid et le bruit ; sa fabrication, son importation, sa vente et son utilisation sont aujourd'hui interdites au Canada par un règlement de 2018, mais des matériaux de construction plus anciens peuvent en contenir : bardage, ciment et plâtre, carreaux de plancher et de plafond, papier goudronné, bardeaux et feutre de toiture, mastics, scellants et composés à joints, isolation des canalisations d'eau chaude et des chauffe-eau (Santé Canada 2023a). Santé Canada indique que les matériaux laissés intacts, isolés dans un comble ou scellés derrière les murs et les planchers ne présentent pas de risque important, qu'il faut éviter de les déranger et faire dépister l'amiante par un professionnel avant des travaux. La conséquence pour l'évaluation est précise : la présence probable d'amiante dans une maison ancienne n'est pas en soi une dépréciation, tant que les matériaux sont en bon état et qu'aucun projet de rénovation n'est en cause ; elle le devient lorsque l'acheteur type prévoit des travaux, parce que le désamiantage s'ajoute alors au coût des travaux, ou lorsque le matériau est friable et dégradé.

L'**isolant de vermiculite** est le cas le plus fréquent dans le parc résidentiel. Selon Ressources naturelles Canada, un minerai de vermiculite produit par la mine de Libby, au Montana, entre les années 1920 et 1990 a pu contenir de l'amiante amphibolique et a été vendu au Canada sous la marque Zonolite, possiblement sous d'autres ; la vermiculite produite avant 1990 ne contient pas forcément de l'amiante, mais il est raisonnable, en l'absence de preuve du contraire, de supposer qu'un vieux produit de vermiculite pourrait en contenir (Ressources naturelles Canada 2025b, sect. 1.4). L'évaluateur qui ouvre la trappe du comble et voit des granules brillantes, grises ou brunes, le note, ne les dérange pas et formule la réserve appropriée ; une analyse en laboratoire tranche. La **mousse isolante d'urée-formaldéhyde** (MIUF), injectée dans les murs de nombreuses maisons dans les années 1970, est interdite au Canada depuis décembre 1980 en vertu de la Loi sur les produits dangereux parce qu'elle peut libérer du formaldéhyde dans l'air intérieur[o] ; elle se reconnaît aux trous de remplissage bouchés dans les murs extérieurs ou les cavités, et à sa texture friable, et les formulaires de déclaration du vendeur demandent expressément si le vendeur en connaît la présence. Sa présence a longtemps été pénalisée par les prêteurs et le marché ; aujourd'hui, le marché réagit surtout à son retrait éventuel lors de rénovations.

11.4.3 Radon

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle qui s'infiltre dans les bâtiments par les fondations et peut s'y accumuler ; il est la deuxième cause de cancer du poumon après le tabagisme (Gouvernement du Québec 2026k). La ligne directrice canadienne est de 200 Bq/m³ en moyenne annuelle dans les aires normalement occupées ; au-delà, Santé Canada recommande de prendre des mesures correctives d'ici un an et d'agir plus rapidement si

la concentration est plus élevée (Santé Canada 2025a ; Santé Canada 2026). La mesure fiable est une mesure à long terme, d'au moins 91 jours, dont au moins 91 jours en saison de chauffage, effectuée dans une aire normalement occupée du niveau le plus bas de la maison ; les mesures de courte durée ne permettent pas de conclure. Le gouvernement du Québec indique que la concentration moyenne dans les sous-sols québécois est d'environ 37 Bq/m³, que les concentrations peuvent néanmoins dépasser 1 000 Bq/m³ dans certains cas, et qu'un dosimètre passif à exposer au moins trois mois, de préférence d'octobre à avril, coûte environ 50 $, analyse comprise[o]. Les mesures correctives vont du colmatage des fissures et du scellement des ouvertures en contact avec le sol jusqu'à un système qui évacue le radon présent sous les fondations.

Pour l'évaluateur, le radon est l'archétype de la caractéristique invisible : aucune inspection visuelle ne le détecte, sa mesure exige trois mois, et son incidence sur la valeur dépend d'un seuil réglementaire plutôt que d'une dégradation. La déclaration du vendeur indique si un test a été fait et son résultat ; en l'absence de test, l'évaluateur n'a d'autre choix que l'hypothèse extraordinaire selon laquelle la concentration respecte la ligne directrice, assortie de la recommandation de mesurer. La section 11.4.4 montre que cette recommandation, à cinquante dollars, est presque toujours justifiée.

11.4.4 Quand recommander un test : la valeur de l'information

Radon, pyrite, amiante, ocre, réservoir souterrain : dans tous ces cas, l'inspection visuelle s'arrête à un indice et un test spécialisé, coûteux ou long, permettrait de trancher. L'évaluateur doit décider s'il recommande le test, et il peut le faire par un raisonnement simple de valeur de l'information. Soit p la probabilité, au vu des indices, que le défaut soit présent, C le coût de sa correction s'il l'est, et t le coût du test, supposé ici parfaitement informatif. Sans test, l'acheteur rationnel qui connaît p et C escompte une perte espérée pC ; avec test, il paie t et ne paie C que si le défaut est confirmé, de sorte que son décaissement espéré est $t + pC$. La différence ne porte donc pas sur l'espérance des coûts de correction, mais sur ce que le test permet d'éviter : acheter au prix d'une maison saine une maison qui ne l'est pas, ou renoncer à une maison saine par crainte d'un défaut absent. Sous l'hypothèse usuelle de la théorie de la décision, selon laquelle l'acheteur choisit avant le test entre acheter au prix d'une maison saine et exiger une décote égale au coût complet de la correction, la valeur espérée de l'information parfaite est

$$VEI = \min\{pC,\ (1-p)\,C\} \quad \text{et le test est justifié si} \quad t < VEI. \tag{11.1}$$

Dans la situation la plus courante, où le défaut est improbable ($p < 1/2$), l'équation (11.1) se réduit à la règle que le chapitre retient :

$$\text{recommander le test si} \quad t < pC \quad \Longleftrightarrow \quad p > p^{*} = \frac{t}{C}. \tag{11.2}$$

Le seuil de probabilité p^{*} au-delà duquel le test vaut son coût est le rapport du coût du test au coût de la correction. Pour le radon, avec un dosimètre d'environ 50 $ et un coût de correction de l'ordre de quelques milliers de dollars, p^{*} est de l'ordre de un ou deux pour cent, bien inférieur à la part des maisons qui dépassent la ligne directrice dans la plupart des régions : le test est presque toujours justifié, et la recommandation est quasi systématique. Pour un test de pyrite de l'ordre de 1 200 $, en présence d'une excavation qui

coûterait 25 000 $, $p^* = 0{,}048$: le test n'est recommandé que si les indices, la période de construction et le secteur portent la probabilité au-dessus de cinq pour cent, ce qui est le cas d'une maison des années 1980 d'un secteur touché sans certificat de remblai, et non celui d'une maison de 2015 avec certificat. Les chiffres de ce paragraphe sont des paramètres d'illustration, non des coûts de marché ; le raisonnement, lui, est général, et il fournit à l'évaluateur une façon de justifier au rapport pourquoi il recommande un test et pas un autre. Le script `analysis/python/cases/ch11_inspection.py` imprime les valeurs de l'équation (11.2) pour les paramètres cités.

Formuler l'hypothèse extraordinaire

Lorsqu'un test est recommandé mais n'a pas été fait à la date d'évaluation, la conclusion de valeur repose sur une hypothèse extraordinaire que la règle 2.1 c) des NPP oblige à divulguer avec son incidence sur la valeur, et que la règle 2.3 oblige à rappeler chaque fois que la conclusion est indiquée (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Une formulation défendable comporte quatre éléments : l'indice observé (« remblai non certifié, construction de 1984, secteur où la pyrite est documentée »), l'hypothèse retenue (« le remblai n'a pas de potentiel de gonflement significatif »), la recommandation (« analyse du remblai par un laboratoire selon un protocole reconnu ») et l'incidence (« si l'hypothèse se révélait fausse, la valeur conclue devrait être réduite du coût de correction, net de la plus-value éventuelle, et le rapport devrait être révisé »). L'évaluateur ne chiffre le coût de correction que s'il dispose d'une soumission ou d'une source fiable ; sinon, il le décrit comme substantiel et renvoie au spécialiste.

11.4.5 Synthèse des pathologies québécoises

Les tableaux 11.2 et 11.3 récapitulent les pathologies examinées dans ce chapitre, les signes qui les trahissent à l'inspection, leurs conséquences pour le bâtiment et la façon dont elles entrent dans l'évaluation. Leur dernière colonne renvoie au traitement du chapitre 24 : une pathologie curable à un coût inférieur à la valeur qu'elle restitue est une dépréciation physique curable, mesurée par son coût de correction ; une pathologie qui raccourcit la vie d'une composante relève de la dépréciation de courte durée, par un âge effectif accru ; une pathologie qui affecte la structure ou le sol relève de la longue durée, ou d'une désuétude externe lorsque c'est le site qui est en cause. Les tableaux ne donnent aucun coût : les coûts de correction dépendent du bâtiment, du marché local et de l'année, et aucune source publique vérifiée ne permet de les tabuler ; l'évaluateur les obtient par soumission ou par les guides de coûts sous licence du chapitre 21.

11.5 Du constat au chiffre : classement d'état et âge effectif

11.5.1 Une échelle d'état ordinale et déclarée

L'inspection produit des observations qualitatives ; l'évaluation a besoin de nombres. Le passage de l'une à l'autre se fait en deux temps : un classement de l'état de chaque composante sur une échelle ordinale, puis une conversion de ce classement en âge effectif, qui est la variable d'entrée des formules de dépréciation. Le tableau 11.4 définit l'échelle à

Tableau 11.2. Pathologies fréquentes du parc résidentiel québécois (1) : fondations, sols, enveloppe et humidité

Pathologie	Signes à l'inspection	Conséquences	Traitement (chapitre 24)
Pyrite (remblai sous dalle)	Dalle bombée, fissures en étoile, surtout au garage ; poussée sur les murs du garage ; poussière blanchâtre ; construction des années 1970-1990, région de Montréal	Fissuration progressive ; excavation et remplacement du remblai et de la dalle	Curable si excavation justifiée ; sinon hypothèse extraordinaire + test (IPPG)
Pyrrhotite (granulat du béton)	Fissuration des murs de fondation, écaillage ; Mauricie et Centre-du-Québec, constructions 1996-2008 ; rapport d'expertise, taux de pyrrhotite	Remplacement des fondations	Longue durée (structure) ; coût de correction si expertise ; programme SHQ clos le 30 sept. 2026
Ocre ferreuse (drain français)	Dépôts rougeâtres sur la dalle et au bassin, odeur de soufre, sous-sol humide ; sols sablonneux et silteux	Colmatage du drain, infiltrations récurrentes	Curable (nettoyage, cheminées) ou longue durée si drain à refaire
Sols argileux	Fissures d'un côté, affaissement, arbres à proximité ; vallées du Saint-Laurent et de l'Outaouais, Saguenay	Tassement différentiel des fondations	Longue durée ; expertise géotechnique
Fissures de fondation	Verticales fines (retrait) vs horizontales ou en escalier (mouvement) ; efflorescence	Infiltration ; perte de capacité si structurales	Curable (injection) ou longue durée
Infiltrations et humidité	Taches, gondolement, moisissures, humidimètre, pente négative, descentes au pied du mur	Dégradation des finitions, moisissures	Curable (drainage, pente, gouttières)
Moisissures	Plaques visibles ; classement petite / moyenne / grande (Santé Canada)	Santé des occupants ; ouverture des finitions si étendues	Curable si cause corrigée ; spécialiste si grande zone
Toiture et comble	Granules, solins, givre, isolant insuffisant, ventilation	Infiltrations, condensation	Courte durée (âge effectif) ; curable (ventilation)

Source : synthèse de l'auteur ; signes et mécanismes d'après la RBQ (pyrite, pyrrhotite, ocre, sols argileux), Santé Canada (moisissures, amiante, radon), RNCan (vermiculite, MIUF) et Québec.ca (radon, pyrrhotite), pages consultées le 31 octobre 2026 ; périodes indicatives (figure 11.2). Aucun coût n'est tabulé.

Tableau 11.3. Pathologies fréquentes du parc résidentiel québécois (2) : contaminants et systèmes

Pathologie	Signes à l'inspection	Conséquences	Traitement (chapitre 24)
Amiante (matériaux anciens)	Isolant de tuyaux, carreaux, plâtre, bardeaux ; avant 1990	Désamiantage lors de travaux ; aucun risque important si intact	Désuétude conditionnelle aux travaux projetés
Vermiculite (comble, murs)	Granules grises ou brunes dans le comble ; 1920-1990	Analyse ; retrait par un professionnel si dérangée	Hypothèse extraordinaire + analyse
MIUF (murs)	Trous de remplissage bouchés, mousse friable ; années 1970, interdite déc. 1980	Formaldéhyde (émissions décroissantes) ; retrait coûteux lors de travaux	Désuétude conditionnelle ; déclaration du vendeur
Radon	Invisible ; test de 91 jours en saison de chauffage ; ligne directrice 200 Bq/m^3	Santé ; atténuation (scellement, évacuation sous dalle)	Hypothèse extraordinaire + test (quasi systématique)
Filage d'aluminium, boutons et tubes, deux fils	Panneau, prises, conducteurs visibles ; périodes 1900-1950 et 1965-1976	Assurabilité, mise aux normes	Curable (électricien)
Galvanisé, plomb, polybutylène	Matériau des conduites visibles ; pression faible ; 1900-1960 et 1978-1995	Fuites, assurabilité, santé (plomb)	Curable (remplacement)
Mazout : réservoirs	Réservoir intérieur rouillé ; conduits d'un réservoir souterrain	Déversement, contamination du sol	Curable (retrait) ou désuétude externe (sol) ; expertise

Source : voir le tableau 11.2.

cinq niveaux retenue dans l'ouvrage. Elle est ordinale : la différence entre les niveaux 2 et 3 n'est pas égale à celle entre les niveaux 4 et 5, et aucune moyenne arithmétique de notes n'a de sens en soi ; c'est la conversion de la section 11.5.2 qui lui donne une signification métrique, et cette conversion est une convention qu'il faut déclarer. Le choix de cinq niveaux plutôt que trois ou dix répond à un arbitrage entre la finesse et la fidélité : deux inspecteurs s'accordent raisonnablement sur cinq niveaux ancrés par des descriptions, beaucoup moins sur dix.

Tableau 11.4. Échelle d'état des composantes retenue dans l'ouvrage et fraction de vie utile consommée associée

Note c	Définition	$\varphi(c)$
1	Excellent : neuf ou remis à neuf, aucune usure visible, aucun entretien différé	0,05
2	Bon : usure légère, entretien à jour, aucune réparation requise	0,25
3	Moyen : usure normale pour l'âge, entretien différé mineur, réparations à prévoir à moyen terme	0,50
4	Passable : usure avancée, réparations requises à court terme, fonctionnement encore assuré	0,75
5	Mauvais : fin de vie, défaillance ou remplacement nécessaire	1,00

Source : convention de l'auteur (`ETATS` et `PHI` dans `analysis/python/cases/ch11_inspection.py`) ; les fractions $\varphi(c)$ sont des hypothèses pédagogiques déclarées, non des valeurs estimées.

Définition 11.1 : Âge chronologique, âge effectif, vie utile et vie économique

L'**âge chronologique** a d'une composante est le temps écoulé depuis son installation ou son dernier remplacement. Sa **vie utile** L est la durée pendant laquelle elle remplit sa fonction dans des conditions normales d'entretien. Son **âge effectif** a_{eff} est l'âge d'une composante typique qui serait dans le même état : il est inférieur à l'âge chronologique si la composante a été mieux entretenue ou partiellement remise à neuf, supérieur si elle a été négligée ou soumise à des conditions sévères. Pour le bâtiment pris dans son ensemble, la **vie économique** L_B est la durée pendant laquelle les améliorations contribuent à la valeur de la propriété, et la **vie économique restante** est $L_B - a_{\text{eff}}$.

11.5.2 La convention de conversion

La pratique professionnelle estime l'âge effectif par jugement, en comparant l'état constaté à celui qu'aurait une composante typique du même âge. Cette estimation est légitime, mais elle n'est ni reproductible ni documentable si la règle qui la gouverne reste implicite. L'ouvrage adopte donc une convention explicite, qui combine l'information de l'âge chronologique et celle de la note d'état. À chaque note c est associée une fraction de vie utile consommée $\varphi(c)$ (tableau 11.4), de sorte que $\varphi(c)\,L$ est l'âge effectif qu'indiquerait la note seule. L'âge effectif retenu est une moyenne pondérée de cet âge indiqué par l'état et de l'âge chronologique :

$$a_{\text{eff}} = \min\Big\{ \max\big\{(1-\lambda)\,a + \lambda\,\varphi(c)\,L,\ 0\big\},\ L\Big\}, \qquad 0 \le \lambda \le 1, \tag{11.3}$$

où λ est le poids accordé à l'observation. La convention de l'ouvrage retient $\lambda = 0{,}5$: l'âge chronologique, qui est un fait, et la note d'état, qui est un jugement, pèsent également.

Deux cas limites éclairent la formule. Avec $\lambda = 0$, l'âge effectif est l'âge chronologique et l'inspection ne sert à rien ; avec $\lambda = 1$, l'âge chronologique est ignoré et l'âge effectif est entièrement déterminé par la note, ce qui expose le résultat à toute la subjectivité du classement. La valeur intermédiaire réduit l'un et l'autre défaut, et la section 11.7 mesure ce que l'on perd en la modifiant.

Proposition 11.1 : Propriétés de la convention d'âge effectif

Pour $\lambda \in [0,1]$ et φ croissante en c, l'âge effectif de l'équation (11.3) est (i) compris entre 0 et L ; (ii) croissant au sens large en a et en c ; (iii) égal à a lorsque la note d'état correspond exactement à l'âge, c'est-à-dire lorsque $\varphi(c)\,L = a$, quel que soit λ ; (iv) tel que l'écart $a_{\text{eff}} - a$ vaut $\lambda\,(\varphi(c)\,L - a)$ avant bornage : l'inspection ne déplace l'âge que dans la mesure où l'état constaté diffère de l'état attendu, et d'une fraction λ de cet écart.

Démonstration. (i) résulte du bornage. (ii) : avant bornage, la dérivée partielle en a vaut $1-\lambda \geq 0$ et la différence entre deux notes consécutives vaut $\lambda\,[\varphi(c+1)-\varphi(c)]\,L \geq 0$; le bornage par min et max préserve la croissance au sens large. (iii) : si $\varphi(c)\,L = a$, l'expression devient $(1-\lambda)\,a + \lambda\,a = a$, compris dans $[0, L]$ puisque $a = \varphi(c)\,L \leq L$. (iv) : $(1-\lambda)\,a + \lambda\,\varphi(c)\,L - a = \lambda\,(\varphi(c)\,L - a)$. □

La propriété (iii) est celle qui justifie la convention : une composante dont l'état est exactement celui que l'on attend à son âge garde son âge chronologique, et c'est seulement l'écart entre l'attendu et le constaté que l'inspection corrige. La propriété (iv) donne à λ une interprétation simple : c'est la part de l'écart constaté que l'évaluateur accepte de traduire en âge. La figure 11.3 représente la convention sous deux formes, la matrice des âges effectifs selon la note et l'âge chronologique, et les profils d'âge effectif pour chaque note. Pour une structure de vie économique de 60 ans, une note de 3 à 28 ans donne 29 ans, presque l'âge chronologique ; une note de 2 donnerait 21,5 ans et une note de 4, 36,5 ans.

11.5.3 Agréger les composantes

Une maison compte des dizaines de composantes et l'évaluation a besoin de quelques résumés. Le premier est l'**indice d'état pondéré**, moyenne des notes pondérée par le coût neuf C_i de chaque composante,

$$I_E = \sum_i w_i\, c_i, \qquad w_i = \frac{C_i}{\sum_j C_j}, \tag{11.4}$$

qui sert de variable d'état dans une grille de comparaison ou un modèle hédonique (chapitres 17 et 18) ; la pondération par le coût évite qu'une poignée de porte compte autant qu'une toiture. Le second est la fraction moyenne de vie consommée, $\sum_i w_i\, a_{\text{eff},i}/L_i$, qui résume l'usure du bâtiment en une proportion. Le troisième, et le plus important pour la méthode du coût, est l'**âge effectif de la structure**, obtenu en appliquant l'équation (11.3) au bloc des ouvrages de longue durée (fondations, charpente, isolation, cloisons) avec la vie économique L_B ; c'est lui qui entre dans la dépréciation de longue durée, tandis que les composantes de courte durée sont dépréciées une à une.

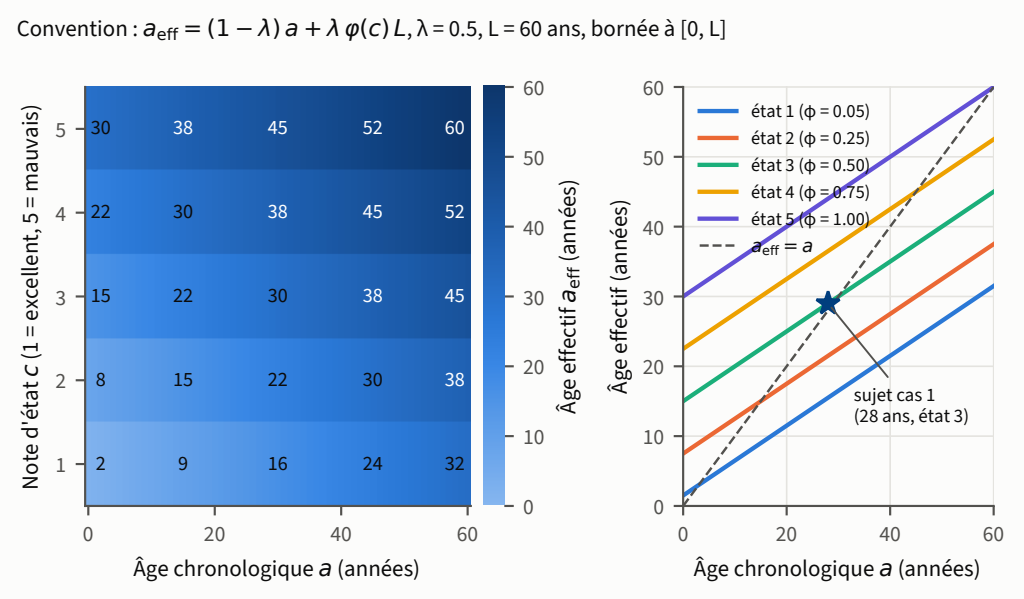


FIGURE 11.3. La convention d'âge effectif de l'ouvrage pour une vie de 60 ans et $\lambda = 0{,}5$. À gauche, la matrice note d'état × âge chronologique → âge effectif ; à droite, les profils par note et la diagonale $a_{\text{eff}} = a$, que chaque profil croise à l'âge où la note correspond à l'état attendu. Le sujet du cas 1 (28 ans, note 3) se situe presque sur la diagonale.

Source : analysis/python/figures/ch11_matrice_age_effectif.py ; convention déclarée (équation (11.3)), aucune donnée empirique.

11.5.4 Le lien avec la dépréciation physique

La fiche d'état alimente directement la méthode ventilée de la dépréciation physique, dont le chapitre 24 donne la théorie complète et que l'ouvrage implante dans la fonction `depreciation_ventilee` du module `traite.cout`. Les travaux immédiatement nécessaires et économiquement justifiés, c'est-à-dire ceux dont le coût est inférieur à la valeur qu'ils restituent, forment la **dépréciation physique curable**, mesurée par leur coût de correction D_{cur}. Les composantes de courte durée, qui seront remplacées avant la fin de la vie du bâtiment, sont dépréciées chacune au prorata de leur âge effectif :

$$D_{\text{court}} = \sum_{i \in \mathcal{S}} C_i \min\left\{ \frac{a_{\text{eff},i}}{L_i},\ 1 \right\}, \tag{11.5}$$

et les ouvrages de longue durée le sont sur la base restante, par la méthode âge-vie :

$$D_{\text{long}} = \left(C_N - D_{\text{cur}} - \sum_{i \in \mathcal{S}} C_i \right) \frac{a_{\text{eff},B}}{L_B}, \qquad D_{\text{phys}} = D_{\text{cur}} + D_{\text{court}} + D_{\text{long}}. \tag{11.6}$$

L'ordre des déductions évite le double comptage : une composante remplacée au titre des travaux curables ne figure pas parmi les composantes de courte durée, et le coût des composantes de courte durée est retiré de la base avant d'appliquer le ratio de la structure. Les coûts neufs C_i des composantes doivent être exprimés sur la même base que C_N ; lorsque le devis donne des coûts directs, comme celui du cas 1, chaque poste est majoré du même facteur que le coût neuf,

$$C_i = C_i^{\text{direct}} (1 + \tau_I)(1 + \tau_E) = C_i^{\text{direct}} \frac{C_N}{D}, \tag{11.7}$$

avec les notations du chapitre 21. L'alternative à la méthode ventilée est la méthode âge-vie simple, $D_{\text{phys}} = C_N \, a_{\text{eff},B} / L_B$, qui applique un seul ratio à tout le coût neuf ; elle ignore que les composantes de courte durée s'usent plus vite que la structure et sous-estime la dépréciation d'un bâtiment dont les finitions et les équipements sont d'origine. L'exemple intégral quantifie l'écart.

11.6 Exemple intégral : inspection du sujet du cas 1

Données synthétiques

Le sujet du cas 1 est la maison fictive décrite dans `data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json` : cottage à étages construit en 1998 dans le secteur de Hull, 165 m² habitables, terrain de 620 m², qualité moyenne, garage simple, sous-sol fini, évalué au 1er septembre 2026. Les constats d'inspection de cette section sont inventés pour les besoins de l'exposé et cohérents avec le profil du sujet ; les coûts neufs des composantes proviennent du devis synthétique `cas1_gatineau_couts.csv` (38 postes) et du coût neuf de 397 567,33 $ établi au chapitre 21 ; les vies utiles sont des hypothèses pédagogiques déclarées dans le script. Tous les chiffres sont reproduits par `analysis/python/cases/ch11_inspection.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch11.py`.

Exemple 11.1 : Fiche d'état, âge effectif et dépréciation physique d'un cottage de 1998 à Hull

L'inspection a lieu le 1er septembre 2026, par temps sec, en présence du propriétaire, qui remet la déclaration du vendeur, les factures de la toiture (2012), de la thermopompe (2016) et du chauffe-eau (2019), et une attestation de rénovation des salles de bain (2015). Le rôle d'évaluation, le certificat de localisation et la fiche de courtage ont été lus avant la visite. La frise de la figure 11.2 oriente l'attention vers le remblai sous la dalle, le pare-vapeur et la ventilation du comble.

Étape 1 : le tour extérieur. La toiture de bardeaux d'asphalte refaite en 2012 présente une perte de granules localisée sur le versant sud, sans relèvement ; le solin de la cheminée est oxydé et la gouttière arrière s'est désolidarisée de la bordure. La brique est saine et ses joints intacts ; le fibrociment, repeint en 2018, ne montre aucune fissure. Les seize fenêtres de PVC sont d'origine ; deux thermos sont embués et le calfeutrage est sec. Le balcon de bois traité d'origine a un garde-corps lâche et trois planches pourries. L'entrée asphaltée est fissurée sur toute sa surface et affaissée. Le terrain présente une pente négative du côté nord-est, vers la fondation.

Étape 2 : le sous-sol et les systèmes. Le mur de fondation nord-est, là où la pente est négative, porte une fissure de retrait verticale de 0,5 millimètre avec efflorescence ; le plancher flottant posé en 2009 gondole à son pied. Le drain français d'origine n'a pas été vérifié par caméra. Le panneau électrique de 200 ampères est à disjoncteurs, le filage est de cuivre ; la plomberie est de cuivre avec des modifications en PEX ; le chauffe-eau de 2019 est en bon état ; le ventilateur récupérateur de chaleur d'origine fonctionne mais il est bruyant et son noyau est encrassé ; la thermopompe de 2016 est entretenue. Dans le comble, l'isolant est continu, le pare-vapeur est visible et aucune trace de givre ou de moisissure n'apparaît ; il n'y a pas de vermiculite. Aucun test de radon n'a été fait.

Étape 3 : la fiche d'état. Le tableau 11.5 classe les dix-neuf composantes de courte et moyenne durée et le bloc de longue durée (fondations, dalle, drain, charpente, fermes, escaliers, isolation, gypse, portes intérieures, raccordements et nettoyage du chantier), avec leur année d'installation, leur âge chronologique, leur vie utile, leur note et leur âge effectif selon l'équation (11.3). Le coût neuf de chaque composante est le coût direct du devis majoré du facteur $C_N/D = 1{,}330\,43$ de l'équation (11.7), de sorte que les coûts neufs somment exactement à 397 567,33 $. Les composantes de courte et moyenne durée représentent 224 956,09 $, soit 56,6 % du coût neuf, et le bloc de longue durée 172 611,24 $, soit 43,4 %. Sept composantes sont notées 2, huit sont notées 3, quatre sont notées 4 et une, l'entrée asphaltée, est notée 5 ; l'indice d'état pondéré de l'équation (11.4) vaut $I_E = 2{,}81$ et la fraction moyenne de vie consommée 0,547, soit l'équivalent de 32,8 ans sur une vie de 60 ans. La figure 11.4 représente la fiche : pour la plupart des composantes d'origine, l'âge effectif est inférieur à l'âge chronologique, parce que l'état constaté est meilleur que celui qu'indiquerait leur âge seul ; pour le VRC et l'entrée, il atteint la vie utile.

Étape 4 : l'âge effectif de la structure. Le bloc de longue durée est noté 3 : la fissure de retrait est fine et typique, la charpente est droite, l'isolation est conforme. Avec $a = 28$, $L_B = 60$ et $\lambda = 0{,}5$, l'équation (11.3) donne $a_{\text{eff},B} = 0{,}5 \times 28 + 0{,}5 \times 0{,}5 \times 60 = 29$ ans et une vie économique restante de 31 ans. L'inspection confirme ici l'âge chronologique à

un an près, ce qui est le résultat attendu d'un bâtiment dont l'état correspond à son âge (proposition 11.1, propriété iii).

Étape 5 : les travaux immédiats. Cinq interventions sont requises à court terme et leur coût est inférieur à la valeur qu'elles restituent ; elles forment la dépréciation physique curable du tableau 11.6. Leur coût est exprimé, par convention de l'exemple, comme une fraction déclarée du poste de devis correspondant, majorée du facteur C_N/D : la réfection complète de l'entrée (3 438,43 $), le colmatage de la fissure et la correction de la pente (1 211,72 $), le remplacement de deux thermos sur seize et le calfeutrage (2 788,93 $), la réparation du balcon (2 625,43 $) et la réfection du solin avec refixation de la gouttière (415,48 $), pour un total de $D_{\text{cur}} = 10\,479{,}98$ $, soit 2,64 % du coût neuf. L'entrée, remplacée intégralement, est retirée des composantes de courte durée pour ne pas être comptée deux fois.

Étape 6 : la dépréciation physique ventilée. Les dix-huit composantes de courte durée restantes sont dépréciées selon l'équation (11.5) ; les plus lourdes sont le revêtement extérieur (18 089,57 $), les armoires et comptoirs (16 541,25 $) et les fenêtres (15 989,85 $), et la somme vaut $D_{\text{court}} = 130\,584{,}55$ $. La base de longue durée est $C_N - D_{\text{cur}} - \sum_{\mathcal{S}} C_i = 165\,569{,}69$ $ et, multipliée par 29/60, elle donne $D_{\text{long}} = 80\,025{,}35$ $. La dépréciation physique totale est

$$D_{\text{phys}} = 10\,479{,}98\,\$ + 130\,584{,}55\,\$ + 80\,025{,}35\,\$ = 221\,089{,}88\,\$, \tag{11.8}$$

soit 55,61 % du coût neuf, et la contribution du bâtiment déprécié avant désuétudes est de $397\,567{,}33\,\$ - 221\,089{,}88\,\$ = 176\,477{,}45\,\$$. La méthode âge-vie simple, avec le même âge effectif de 29 ans, aurait donné $397\,567{,}33\,\$ \times 29/60 = 192\,157{,}55\,\$$ (48,33 %), soit 28 932,34 $ de moins ; avec l'âge chronologique de 28 ans, 185 531,42 $ (46,67 %). L'écart mesure ce que l'inspection apporte : les finitions et les équipements d'origine, qui représentent plus de la moitié du coût neuf, sont plus usés que la structure, et seule la méthode ventilée en rend compte. Le tableau 11.7 résume le calcul ; le chapitre 24 y ajoutera les désuétudes fonctionnelle et externe, et le chapitre 45 rapprochera l'indication par le coût de celles de la comparaison et du modèle hédonique.

Étape 7 : les hypothèses extraordinaires. Deux éléments n'ont pu être vérifiés : l'état du drain français, que seule une inspection par caméra établirait, et la concentration de radon. Le rapport retient l'hypothèse que le drain est fonctionnel et que la concentration de radon respecte la ligne directrice, recommande les deux vérifications, en indique l'incidence et rappelle ces hypothèses à chaque énoncé de la conclusion. Avec un dosimètre d'environ 50 $, la recommandation du test de radon est justifiée dès que la probabilité de dépassement excède $p^{*} = 50/3000 \approx 1{,}7$ % pour une correction hypothétique de 3 000 $ (équation (11.2)). Le remblai sous la dalle, pour une construction de 1998, n'appelle pas de test en l'absence de tout signe ; le rapport le mentionne.

11.7 Analyse de sensibilité : le poids de l'observation

La convention de l'équation (11.3) comporte deux choix dont l'exemple dépend : le poids λ accordé à la note d'état, et la note elle-même, qui pour la structure résulte d'un jugement sur une fissure et une charpente. Le tableau 11.8 et la figure 11.5 font varier l'un et l'autre, en

Tableau 11.5. Fiche d'état du sujet du cas 1 au 1er septembre 2026 (données synthétiques, constats fictifs)

Composante	Année	Âge a	L	c	a_{eff}	a_{eff}/L	Coût neuf ($)
Couverture (bardeaux d'asphalte)	2 012	14	20	3	12,00	0,600	10 218
Gouttières et solins	1 998	28	25	4	23,38	0,935	2 077
Fenêtres (PVC, double vitrage)	1 998	28	30	3	21,50	0,717	22 311
Portes extérieures et porte de garage	1 998	28	30	3	21,50	0,717	7 982
Revêtement extérieur (brique et fibrociment)	1 998	28	40	2	19,00	0,475	38 083
Peinture intérieure	2 021	5	10	2	3,75	0,375	8 348
Planchers de bois franc	1 998	28	40	3	24,00	0,600	10 963
Planchers de céramique	1 998	28	35	2	18,38	0,525	4 544
Planchers flottants (sous-sol)	2 009	17	20	4	16,00	0,800	3 703
Armoires de cuisine et comptoirs	1 998	28	30	3	21,50	0,717	23 081
Vanités et accessoires (2 salles de bain)	2 015	11	25	2	8,62	0,345	7 213
Plomberie (cuivre et PEX)	1 998	28	50	2	20,25	0,405	22 215
Chauffe-eau électrique	2 019	7	12	2	5,00	0,417	1 539
Électricité (entrée 200 A, filage de cuivre, éclairage)	1 998	28	50	2	20,25	0,405	22 792
Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)	1 998	28	20	4	20,00	1,000	7 501
Thermopompe centrale et plinthes	2 016	10	15	3	8,75	0,583	13 945
Balcon et perron	1 998	28	25	4	23,38	0,935	8 751
Entrée asphaltée	1 998	28	20	5	20,00	1,000	3 438
Aménagement paysager	1 998	28	20	3	19,00	0,950	6 251
Structure, fondations, dalle, drain, isolation, cloisons	1 998	28	60	3	29,00	0,483	172 611
Total (indice d'état pondéré $I_E = 2{,}81$)							397 567

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch11_inspection.py ; vies utiles L = hypothèses pédagogiques ; coûts neufs = postes de cas1_gatineau_couts.csv × 1,33043 ; $\lambda = 0{,}5$

Tableau 11.6. Travaux immédiats du sujet du cas 1 : dépréciation physique curable (données synthétiques)

Intervention	Poste de référence	Fraction (%)	Coût majoré ($)
Réfection de l'entrée asphaltée (fin de vie)	Entrée asphaltée	100,0	3 438,43
Colmatage de la fissure de fondation et correction de la pente	Drain français et imperméabilisation	25,0	1 211,72
Remplacement de deux thermos embués et calfeutrage	Fenêtres (PVC double vitrage)	12,5	2 788,93
Réparation du balcon (garde-corps, planches)	Balcon et perron	30,0	2 625,43
Réfection du solin de cheminée et refixation de la gouttière	Gouttières et solins	20,0	415,48
Total D_{cur} (2,64 % du coût neuf)			10 479,98

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch11_inspection.py ; fractions déclarées (TRAVAUX), coût = fraction × poste direct × 1,33043

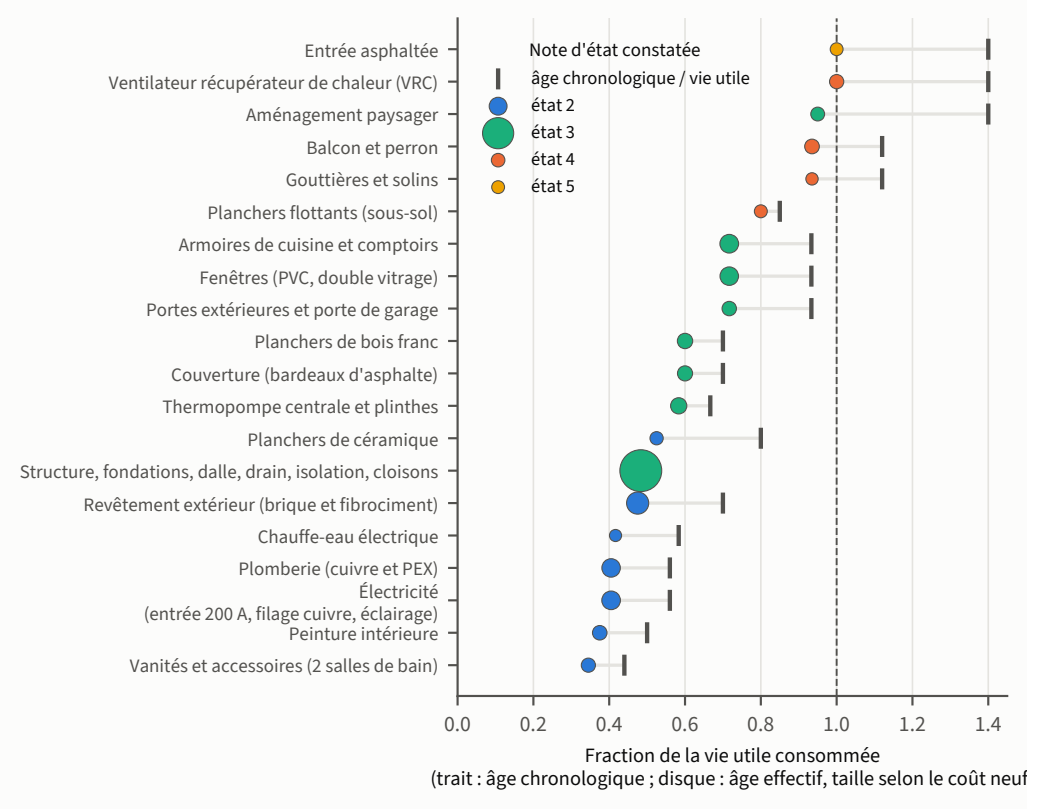


FIGURE 11.4. Fiche d'état du sujet du cas 1 : fraction de la vie utile consommée par composante selon l'âge chronologique (trait) et selon l'âge effectif de l'équation (11.3) (disque, coloré par la note d'état et dimensionné selon le coût neuf). Les composantes d'origine en bon état voient leur âge effectif ramené sous l'âge chronologique ; le VRC et l'entrée asphaltée atteignent la borne de leur vie utile.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch11_fiche_etat.py, graine 20261031

Tableau 11.7. Dépréciation physique ventilée du sujet du cas 1 et comparaison avec l'âge-vie simple (données synthétiques)

Élément	Montant ($)	% de C_N
Coût neuf C_N (chapitre 21)	397 567,33	100,00
Curable D_{cur} (5 interventions)	10 479,98	2,64
Courte durée D_{court} (18 composantes)	130 584,55	32,85
Base de longue durée $C_N - D_{\text{cur}} - \sum_{\mathcal{S}} C_i$	165 569,69	41,65
Longue durée D_{long} = base × 29/60	80 025,35	20,13
Dépréciation physique totale (ventilée)	221 089,88	55,61
Contribution du bâtiment avant désuétudes	176 477,45	44,39
Âge-vie simple, $a_{\text{eff}} = 29$ ans	192 157,55	48,33
Âge-vie simple, $a = 28$ ans (sans inspection)	185 531,42	46,67
Écart ventilée – âge-vie (29 ans)	28 932,34	7,28

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch11_inspection.py ; traite.cout.depreciation_ventilee et depreciation_age_vie

appliquant la même valeur de λ à toutes les composantes et en faisant varier la seule note de la structure de 1 à 5, et ils rapportent la dépréciation physique totale en pourcentage du coût neuf.

Tableau 11.8. Sensibilité de la dépréciation physique totale (% du coût neuf) au poids λ et à la note d'état de la structure, cas 1

λ	Structure 1	Structure 2	Structure 3	Structure 4	Structure 5
0,00	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68
0,25	55,09	57,17	59,77	62,37	64,98
0,50	46,24	50,40	55,61	60,82	66,02
0,75	36,88	43,13	50,93	58,74	66,55
1,00	27,38	35,71	46,12	56,53	66,94

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch11_inspection.py, fonction `sensibilite` ; la convention retenue est $\lambda = 0{,}5$, structure notée 3 (55,61 %).

Trois enseignements se dégagent. Le premier est qu'ignorer l'inspection ($\lambda = 0$) ne conduit pas ici à une dépréciation plus faible mais plus forte, 63,68 % contre 55,61 % : l'âge chronologique seul déclare en fin de vie des composantes d'origine qui fonctionnent encore (gouttières, VRC, balcon, aménagement paysager, armoires) et ramène sous leur vie utile des composantes bien entretenues ; la note d'état corrige dans les deux sens, et l'effet net dépend du bâtiment. Le deuxième est que la note de la structure est le jugement le plus lourd de conséquences : à $\lambda = 0{,}5$, passer de 2 à 4 fait varier la dépréciation de 50,40 à 60,82 % du coût neuf, soit plus de dix points, parce que le bloc de longue durée représente 43 % du coût neuf et que sa fraction de vie consommée passe de 0,36 à 0,61. Le troisième est que l'incertitude sur λ et celle sur la note se cumulent aux extrêmes : avec $\lambda = 1$ et une structure notée 1, la dépréciation tombe à 27,38 % ; avec $\lambda = 1$ et une structure notée 5, elle monte à 66,94 %. Ces écarts sont la raison pour laquelle la convention doit être déclarée, la note de la

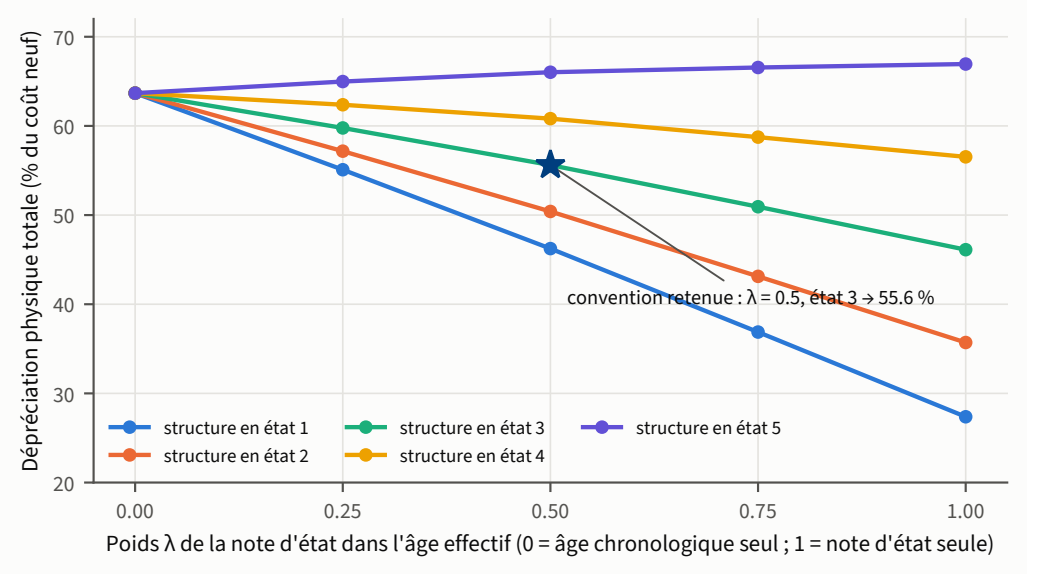


Figure 11.5. Dépréciation physique totale du sujet du cas 1 selon le poids λ de la note d'état dans l'âge effectif, pour cinq notes de la structure. À $\lambda = 0$, l'inspection ne compte pas et toutes les courbes se rejoignent ; plus λ augmente, plus la note de la structure devient déterminante. L'étoile marque la convention retenue.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch11_fiche_etat.py

structure justifiée par des constats précis et, lorsque la fissure ou le mouvement constaté laisse un doute, une expertise recommandée plutôt qu'une note tranchée. Le chapitre 20 intégrera cette source d'incertitude à la fourchette de valeur, et le chapitre 24 comparera la dépréciation ainsi obtenue à celle que révèle le marché.

11.8 Le formulaire d'inspection et le dossier

L'annexe B fournit les formulaires d'inspection de l'ouvrage ; le présent chapitre en décrit la structure et l'usage sans les reproduire. Le formulaire de la maison unifamiliale et des petits plex est organisé en neuf sections, qui suivent l'ordre de la visite plutôt que celui des méthodes : identification et conditions de l'inspection ; documents consultés et déclarations du vendeur ; site et terrain ; enveloppe extérieure ; structure et fondations ; systèmes ; intérieur par niveau ; contaminants, tests et hypothèses extraordinaires ; synthèse chiffrée. Chaque ligne de composante comporte le matériau, l'année d'installation et sa source, la note d'état de l'tableau 11.4, un constat en quelques mots, un renvoi photographique et une case « à vérifier » qui alimente la liste des hypothèses extraordinaires. La synthèse chiffrée reprend la fiche d'état sous la forme du tableau 11.5 et la liste des travaux sous celle du tableau 11.6 ; elle est conçue pour être saisie directement dans le script du chapitre, de sorte que l'âge effectif et la dépréciation en découlent sans ressaisie. Le tableau 11.9 en donne le plan.

Le dossier d'inspection est la preuve de l'étendue du travail. Il contient les photographies numérotées et renvoyées depuis le formulaire, les mesures (chapitre 12), les documents lus et la liste de ce qui n'a pas pu être vu, avec la raison. Cette dernière liste n'est pas un aveu de faiblesse mais une exigence de la norme : la règle 2.3 des NPP veut que l'étendue du travail

Tableau 11.9. Structure du formulaire d'inspection de l'ouvrage (annexe B)

Section	Objet	Contenu principal
1	Identification et conditions	Adresse, date, heure, météo, personnes présentes, durée, accès refusés ou impossibles
2	Documents et déclarations	Rôle, certificat de localisation, DV/DVD, permis, factures, rapports antérieurs (inspection, tests), garanties GCR
3	Site et terrain	Pente, drainage, arbres, stationnement, dépendances, servitudes apparentes, zone à risque
4	Enveloppe	Toiture et solins, comble (isolant, pare-vapeur, ventilation), murs et revêtement, fenêtres et portes, balcons
5	Structure et fondations	Fondations (fissures, efflorescence), dalle, drain et cheminées, charpente, planchers, signes de mouvement
6	Systèmes	Électricité (panneau, filage), plomberie (matériaux, chauffe-eau, clapet), chauffage (énergie, appareils, réservoir), ventilation
7	Intérieur par niveau	Finitions, cuisine, salles de bain, sous-sol, humidité (hygromètre, humidimètre), odeurs
8	Contaminants, tests et hypothèses	Amiante, vermiculite, MIUF, radon, pyrite, mazout : indices, tests existants, recommandations, hypothèses extraordinaires
9	Synthèse chiffrée	Fiche d'état (note, année, vie utile, coût neuf), travaux immédiats, âge effectif de la structure, indice d'état

Source : plan de l'auteur ; formulaires complets à l'annexe B.

soit décrite et que les réserves et hypothèses soient énoncées, et la norme de l'AIBQ impose à l'inspecteur de mentionner les systèmes qui n'ont pas été inspectés et d'en donner les raisons (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3). La photographie est le meilleur allié de l'évaluateur en cas de litige ; elle date l'état, fixe l'étendue d'un défaut et permet à un réviseur de contrôler la note attribuée. Enfin, le formulaire d'un immeuble de revenu ajoute à ces sections un relevé par logement, parce que l'état des logements commande le loyer et les réserves (chapitres 28 et 33), et un relevé des parties communes et des équipements collectifs dont le remplacement pèse sur les flux (chapitre 30).

Codes et aides publiques : repères québécois pour l'inspection

Le chapitre I du Code de construction du Québec est fondé, depuis le 17 avril 2025, sur le Code national du bâtiment 2020 modifié pour le Québec ; la Régie du bâtiment a prolongé la période transitoire de sorte que les dispositions antérieures peuvent être appliquées aux travaux commencés avant le 17 octobre 2027 (Québec 2022 ; Régie du bâtiment du Québec 2026e). Pour l'évaluateur, le Code n'est pas un référentiel d'inspection : la norme de l'AIBQ exclut expressément du mandat de l'inspecteur la vérification de la conformité aux codes (art. 12.10), et une maison construite selon le code de son époque n'est pas déficiente parce que le code a changé ; elle peut en revanche être fonctionnellement désuète (chapitre 24). Le chapitre « Bâtiment » de la Loi sur le bâtiment, qui fonde l'inspection par la Régie, exclut la maison unifamiliale et le bâtiment totalement résidentiel de moins de trois étages ou de moins de neuf logements (Québec 1985b, art. 29) : l'inspection des petits bâtiments résidentiels existants relève donc des municipalités, des assureurs et des parties, non d'un contrôle public. Les programmes d'aide influent sur la valeur des corrections : Rénoclimat, refondu le 1er octobre 2026, finance l'isolation du toit, des murs et des fondations ainsi que les fenêtres selon des plafonds publiés, et son volet d'adaptation finance des mesures de protection contre les inondations (Gouvernement du Québec 2026m ; Gouvernement du Québec 2026n) ; le chapitre 44 en traite. Aucune statistique publique de prévalence des pathologies décrites dans ce chapitre n'a été vérifiée à la date de rédaction : le lecteur ne trouvera donc ici ni pourcentage de maisons touchées par la pyrite, ni proportion de drains colmatés par l'ocre, et il se méfiera des chiffres de cette nature qui circulent sans source.

Erreurs fréquentes

- Présenter l'inspection d'évaluation comme une inspection préachat, ou l'inverse : les mandats, les normes et les responsabilités diffèrent, et un rapport d'évaluation ne certifie pas l'absence de vices.
- Noter l'état d'après la fiche de courtage ou le rôle sans visiter, puis déprécier par l'âge chronologique : la section 11.7 montre que l'âge seul peut surestimer autant que sous-estimer la dépréciation.
- Utiliser une note d'état sans déclarer la convention qui la convertit en âge effectif ; deux évaluateurs peuvent obtenir des dépréciations éloignées de dix points avec les mêmes constats.
- Compter deux fois : déduire le coût de remplacement d'une composante au titre

des travaux curables et la déprécier encore comme composante de courte durée, ou appliquer le ratio de la structure à un coût neuf qui contient déjà les composantes dépréciées séparément.
- Chiffrer soi-même l'excavation d'un remblai, le désamiantage ou le remplacement de fondations sans soumission ni source : la bonne pratique est l'hypothèse extraordinaire, la recommandation et le renvoi au spécialiste.
- Citer des prévalences de pathologies « bien connues » (pyrite, radon, ocre) sans source publique vérifiée, ou des durées de vie de composantes comme des faits alors qu'elles sont des hypothèses.
- Négliger les documents : la déclaration du vendeur, les factures, les rapports d'inspection antérieurs et les permis datent les composantes mieux que l'œil et révèlent les sinistres.
- Oublier de rappeler l'hypothèse extraordinaire à chaque énoncé de la conclusion de valeur, comme l'exige la règle 2.3 des NPP.

Limites et mises en garde

L'inspection d'évaluation est visuelle, non destructive et limitée aux parties accessibles ; elle ne détecte ni le radon, ni la pyrite, ni l'amiante, ni l'état d'un drain, et le présent chapitre ne prétend pas le contraire. L'échelle d'état à cinq niveaux et la convention d'âge effectif de l'équation (11.3), avec ses fractions $\varphi(c)$ et son poids $\lambda = 0{,}5$, sont des conventions de l'ouvrage, choisies pour leur transparence et leurs propriétés (proposition 11.1), non des paramètres estimés sur des données ; d'autres conventions sont défendables et la section 11.7 montre l'ampleur de ce qui en dépend. Les vies utiles des composantes de l'exemple sont des hypothèses pédagogiques et aucune source publique ne les étaye ; dans un mandat réel, l'évaluateur les tire des guides de coûts sous licence ou de l'expérience documentée du marché local. Les constats de l'exemple intégral sont fictifs et les coûts des travaux sont des fractions déclarées de postes d'un devis synthétique ; ils illustrent la mécanique, non des coûts de marché. La frise des pathologies par période est indicative et ne repose sur aucune mesure de prévalence ; seules les dates marquées (v) ont été vérifiées. Les mécanismes des pathologies sont décrits d'après des pages publiques de la Régie du bâtiment, de Santé Canada, de Ressources naturelles Canada et du gouvernement du Québec consultées le 31 octobre 2026, dont le contenu peut changer ; le protocole d'échantillonnage de la pyrite et l'indice IPPG sont des pratiques du marché mentionnées sans source gouvernementale. Enfin, l'état d'avancement de l'encadrement réglementaire des inspecteurs en bâtiment annoncé par la Loi 16 de 2019 n'a pas été vérifié et devra l'être avant publication.

À retenir

- L'inspection est obligatoire en évaluation (NPP, règle 2.4) et vise à établir l'état du bien pour en déduire la valeur ; l'inspection préachat, régie par la norme de l'AIBQ ou une norme équivalente, informe l'acheteur et exclut expressément la valeur marchande. Les deux ne se substituent pas.

- Le test de l'acheteur prudent et diligent (art. 1726 C.c.Q., *Marcoux c. Picard*) fixe la frontière entre le vice apparent, qui se négocie dans le prix, et le vice caché, qui relève de la garantie ; la déclaration du vendeur (OACIQ) et le plan de garantie des bâtiments neufs (1, 3 et 5 ans) complètent le cadre.
- L'enveloppe se lit comme un système de contrôle de l'eau, de l'air, de la vapeur et de la chaleur ; les pathologies québécoises des fondations et des sols (pyrite, pyrrhotite, ocre ferreuse, argile) et les contaminants (amiante, vermiculite, MIUF, radon, moisissures) se reconnaissent à des signes précis et à la période de construction, sans qu'aucune prévalence chiffrée puisse être citée.
- Un test spécialisé est recommandé lorsque son coût est inférieur à la perte espérée qu'il permet d'éviter, $t < pC$; à défaut de test, l'évaluateur formule une hypothèse extraordinaire, en indique l'incidence et la rappelle avec la conclusion.
- La note d'état (1 à 5) se convertit en âge effectif par la convention $a_{\text{eff}} = (1 - \lambda)\, a + \lambda\, \varphi(c)\, L$, bornée à $[0, L]$, qui laisse l'âge chronologique intact lorsque l'état constaté correspond à l'âge attendu et ne déplace l'âge que d'une fraction λ de l'écart.
- La fiche d'état alimente la dépréciation physique ventilée : curable au coût des travaux, courte durée au prorata de l'âge effectif, longue durée par âge-vie sur la base restante. Pour le sujet du cas 1, elle donne 55,61 % du coût neuf, contre 48,33 % par âge-vie simple.
- La note de la structure et le poids λ sont les deux jugements les plus lourds de conséquences ; ils se déclarent, se justifient par des constats et des photographies, et s'intègrent à la fourchette d'incertitude de la valeur.

Exercices

Exercice 11.1 — Deux inspections, deux mandats ★

Pour chacun des énoncés suivants, dites s'il relève de l'inspection d'évaluation, de l'inspection préachat selon la norme de l'AIBQ, des deux ou d'aucune, et justifiez en une phrase : (a) déterminer la valeur marchande de la propriété ; (b) sonder une solive qui semble détériorée ; (c) estimer la durée de vie résiduelle de la toiture ; (d) prendre connaissance des déclarations du vendeur ; (e) vérifier la conformité de l'installation électrique au Code de construction ; (f) recommander un test de radon ; (g) mentionner au rapport les systèmes qui n'ont pas pu être inspectés et pourquoi.

Exercice 11.2 — Lire les signes ★

Associez chaque constat à la pathologie la plus probable du tableau 11.2 et indiquez la vérification à recommander : (a) dalle de garage bombée, fissures en étoile, maison de 1986 sur la Rive-Sud de Montréal, aucun certificat de remblai ; (b) dépôts rougeâtres gélatineux dans le bassin de captation et odeur de soufre, sol sablonneux ; (c) granules grises et brillantes dans le comble d'une maison de 1965 ; (d) fissure horizontale sur toute la longueur d'un mur de fondation en blocs, avec déversement ; (e) trous de

remplissage bouchés dans le haut des murs extérieurs d'une maison de 1976 ; (f) conduits de remplissage et d'évent sortant du sol près du mur, aucun réservoir visible.

Exercice 11.3 — Âges effectifs ★★

Appliquez la convention de l'équation (11.3) avec $\lambda = 0{,}5$ et les fractions du tableau 11.4 aux composantes suivantes : toiture de 12 ans, vie utile 20 ans, note 4 ; chauffe-eau de 9 ans, vie utile 12 ans, note 2 ; fenêtres de 35 ans, vie utile 30 ans, note 2 ; structure de 45 ans, vie économique 60 ans, note 2. Donnez pour chacune l'âge effectif, la fraction de vie consommée et la vie restante, et commentez le cas des fenêtres.

Exercice 11.4 — Dépréciation ventilée ★★

Une maison a un coût neuf de 300 000 $. Les travaux immédiats s'élèvent à 4 500 $. Les composantes de courte durée sont la toiture (coût neuf 12 000 $), le chauffe-eau (1 500 $) et les fenêtres (24 000 $), avec les âges effectifs de l'exercice 11.3 ; la structure a un âge effectif de 30 ans pour une vie économique de 60 ans. Calculez la dépréciation physique par la méthode ventilée (équations (11.5) et (11.6)) et par la méthode âge-vie simple, puis expliquez l'écart.

Exercice 11.5 — Recommander ou non un test ★★

Un test de pyrite coûte 900 $ et l'excavation éventuelle 20 000 $; au vu de la période de construction et du secteur, l'évaluateur estime à 8 % la probabilité d'un remblai gonflant. (a) Calculez la perte espérée sans test, la valeur de l'information et le seuil p^* de l'équation (11.2) ; le test est-il recommandé ? (b) Reprenez le calcul pour un dosimètre de radon à 50 $ et une correction de 2 500 $: quel est p^*, et que concluez-vous sur la recommandation du test de radon en général ? (c) En quoi l'hypothèse d'un test parfaitement informatif est-elle plus discutable pour la pyrite que pour le radon ?

Exercice 11.6 — Le poids de l'observation ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch11_inspection.py`, recalculez la dépréciation physique du sujet du cas 1 avec $\lambda = 0{,}25$ puis $\lambda = 0{,}75$, la structure restant notée 3. Donnez l'âge effectif de la structure et la dépréciation totale dans chaque cas, puis identifiez les trois composantes dont la dépréciation varie le plus en dollars entre les deux valeurs de λ. Rédigez ensuite un paragraphe de rapport (150 mots) qui déclare la convention retenue et justifie le choix de λ auprès d'un réviseur.

Exercice 11.7 — Déclarations du vendeur et hypothèses extraordinaires ★★★

Une déclaration du vendeur fictive indique : toiture refaite en 2019 (facture), infiltration d'eau au sous-sol en 2021 « réglée par correction de la pente », aucune connaissance de pyrite, MIUF ou amiante, test de radon « fait il y a longtemps, résultat correct », chauffage au mazout avec réservoir intérieur de 2008, vente « sans garantie légale, aux risques et périls de l'acheteur ». La maison date de 1979 et se trouve dans un secteur où la pyrite est documentée. (a) Dressez la liste des vérifications que l'évaluateur fera pendant la visite et des documents qu'il demandera. (b) Identifiez les éléments qui appellent une hypothèse extraordinaire et rédigez, pour deux d'entre eux, la formulation complète (indice, hypothèse, recommandation, incidence) conforme aux règles 2.1 c) et 2.3 des NPP. (c) Expliquez l'effet de la clause d'exclusion de garantie sur l'utilisation de cette vente comme comparable.

Pour aller plus loin

Le traitement de l'inspection et de la description du bâtiment dans la pratique nord-américaine demeure celui de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026), dont l'édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) adapte la terminologie. Le lien entre l'état constaté, l'entretien et la dépréciation est documenté empiriquement par Knight et Sirmans (1996), qui montrent l'effet des variables d'état sur les prix, par Harding et al. (2007), qui estiment par ventes répétées la dépréciation nette d'entretien et la part que l'entretien compense, et par Wilhelmsson (2008), qui relie le taux de dépréciation au niveau d'entretien ; Shilling et al. (1991) observent une dépréciation plus rapide des maisons locatives que des maisons occupées par leur propriétaire, ce qui éclaire l'inspection des petits immeubles de revenu. Les estimations micro-économiques de Malpezzi et al. (1987) fournissent les ordres de grandeur de la dépréciation brute d'entretien que le chapitre 24 confronte à l'âge-vie. La typologie des désuétudes de Baum (1991), issue d'un suivi d'immeubles, et le plaidoyer de Bowes (2011) pour une méthode du coût fondée sur une dépréciation observée complètent le cadre conceptuel. Les textes de référence québécois sont les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), le Code civil pour la garantie de qualité (Québec 1991, art. 1726–1733), l'arrêt *Marcoux c. Picard* (Cour d'appel du Québec 2008), les formulaires obligatoires de l'OACIQ (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a ; Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022b) et le Règlement sur le plan de garantie des bâtiments résidentiels neufs (Québec 1998) ; la norme de pratique de l'AIBQ, les pages de la Régie du bâtiment sur la pyrite, la pyrrhotite, l'ocre et les sols argileux, et celles de Santé Canada sur le radon, les moisissures et l'amiante, citées en note dans ce chapitre, sont les sources publiques à consulter et à dater avant tout rapport.

CHAPITRE 12

12

Mesurage, superficies et plans

De toutes les caractéristiques d'une habitation, la superficie est celle qui pèse le plus sur le prix et celle que l'on croit connaître le mieux : elle figure sur la fiche de courtage, au rôle d'évaluation, dans l'acte de vente et sur les plans. Pourtant, quatre documents qui décrivent la même maison donnent couramment quatre superficies différentes, et aucun n'est faux : chacun mesure autre chose, selon une convention que son auteur n'a pas toujours énoncée. Le présent chapitre pose le vocabulaire et les règles qui permettent de savoir ce que mesure un chiffre de superficie, d'en produire un soi-même à partir d'un plan ou d'un relevé, et surtout de comprendre ce qu'une erreur ou une confusion de convention fait à une indication de valeur. Il se situe à la charnière de la partie consacrée aux données et des parties méthodologiques : la comparaison (chapitres 16 et 17), les modèles hédoniques (chapitre 18) et la méthode du coût (chapitres 21 et 22) consomment toutes des superficies, et chacune hérite des défauts de la mesure. La maison du premier dossier de cas, un cottage à étages de Gatineau, sert d'exemple : son plan coté est reconstitué, ses superficies sont calculées selon chaque convention, puis l'effet d'une erreur de mesure sur sa valeur est dérivé et chiffré.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- distinguer la superficie habitable, la superficie nette, l'aire brute des étages, l'aire au sol et les superficies du dossier de propriété du Manuel d'évaluation foncière du Québec, et nommer la convention derrière chaque chiffre qu'il utilise ;
- convertir exactement entre mètres carrés et pieds carrés, et reconnaître les unités anciennes des titres québécois ;
- appliquer les normes de mesurage du MEFQ, situer les usages du courtage et la norme américaine ANSI Z765 à titre comparatif ;
- lire un plan cadastral, un certificat de localisation et un plan d'architecte, et en extraire les dimensions utiles à l'évaluation ;
- dériver et calculer la propagation d'une erreur de superficie sur la valeur, $\sigma_V \approx |\partial V / \partial S| \, \sigma_S$, et mesurer l'effet d'une erreur de 5 % ou d'un mélange de conventions ;
- comprendre pourquoi une erreur de mesure dans une base de ventes atténue le coefficient de la superficie d'un modèle hédonique, et ce que cela implique pour

l'évaluation individuelle et de masse ;
- situer les apports et les limites de la photogrammétrie, du lidar et des données du rôle comme sources de superficies.

12.1 La superficie : première variable, première source d'erreur

12.1.1 Ce que les modèles de prix disent de la superficie

La recension de Sirmans et al. (2005), qui couvre 125 études hédoniques nord-américaines, place la superficie habitable au premier rang des variables explicatives du prix des maisons : elle est présente dans la quasi-totalité des modèles, son coefficient est presque toujours positif et significatif, et c'est la variable dont l'effet est le plus stable d'un marché à l'autre. La mise à jour de Khoshnoud et al. (2023) sur les études publiées de 2005 à 2022 confirme ce constat, tout en soulignant que la façon de mesurer la taille, en niveau, en logarithme, en pieds carrés ou en nombre de pièces, varie d'une étude à l'autre et qu'elle n'est pas sans effet sur les résultats. Malpezzi (2003) rappelle que, dans le cadre de Rosen (1974), le prix implicite d'une caractéristique n'a de sens que si celle-ci est mesurée de la même façon pour tous les biens de l'échantillon : une superficie qui désigne tantôt l'intérieur des murs, tantôt l'extérieur, tantôt le sous-sol compris, n'est plus une caractéristique mais un mélange de plusieurs.

Le dossier synthétique du cas 1 illustre ces ordres de grandeur. Le modèle hédonique de référence de l'ouvrage, estimé sur les 600 ventes du jeu `cas1_gatineau_ventes.csv` et décrit au chapitre 18, attribue au logarithme de la superficie habitable un coefficient de 0,539 : une maison 10 % plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, se vend environ 5,3 % plus cher. Cette élasticité inférieure à un, déjà rencontrée au chapitre 16 à propos du prix au mètre carré et au chapitre 21 à propos des économies d'échelle du coût de construction, a une conséquence directe pour le présent chapitre : l'effet d'une erreur de superficie sur la valeur n'est pas proportionnel au prix unitaire, mais à un peu plus de la moitié de celui-ci. La section 12.5 en fait la démonstration.

12.1.2 Trois façons de se tromper

Une superficie erronée peut l'être pour trois raisons qu'il importe de distinguer, parce qu'elles n'appellent pas les mêmes remèdes. La première est l'erreur de **convention** : le chiffre est exact, mais il ne mesure pas ce que l'utilisateur croit. Une aire brute des étages de 190 m² relevée au rôle d'évaluation et une superficie habitable de 165 m² inscrite sur une fiche de courtage décrivent la même maison ; les comparer, ou appliquer à l'une un prix unitaire établi sur l'autre, produit une erreur de 15 % qui n'a rien d'aléatoire. La deuxième est l'erreur de **mesure** proprement dite : le relevé est imprécis, un décroché a été oublié, une pièce mansardée a été comptée en entier, le télémètre a visé le mauvais mur. Ces erreurs sont généralement de quelques pour cent, de signe variable, et elles s'atténuent en moyenne sur un grand nombre de ventes. La troisième est l'erreur de **saisie** ou de **conversion** : une superficie en pieds carrés enregistrée dans un champ en mètres carrés, un zéro de trop, une inversion de chiffres. Ces erreurs sont grossières, rares et détectables ; le chapitre 14 montre comment les repérer dans une base de données. Le présent chapitre traite des deux premières, qui sont les plus insidieuses parce qu'elles passent tous les contrôles de vraisemblance.

12.2 Les conventions de superficie

12.2.1 Cinq superficies pour un même bâtiment

Le vocabulaire des superficies n'est pas normalisé au Québec en dehors de l'évaluation foncière municipale, et les mêmes mots recouvrent parfois des réalités différentes d'un intervenant à l'autre. Les définitions qui suivent fixent celles de l'ouvrage ; elles sont construites pour être compatibles avec le Manuel d'évaluation foncière du Québec (MEFQ) là où celui-ci définit une mesure, et pour nommer explicitement ce que les autres usages laissent implicite.

Définition 12.1 : Superficie habitable

La *superficie habitable* d'une habitation est, dans l'ouvrage, la somme des aires de plancher des niveaux situés hors sol, mesurées à la face intérieure des murs extérieurs, cloisons intérieures comprises, à l'exclusion des ouvertures dans le plancher (cages d'escalier, puits de lumière), des garages, des espaces non finis et des espaces dont la hauteur libre est insuffisante pour l'occupation. Le sous-sol fini n'en fait pas partie ; sa superficie finie est indiquée séparément.

Définition 12.2 : Aire au sol et aire des étages (MEFQ)

Au sens du Manuel d'évaluation foncière du Québec, l'*aire au sol* d'un bâtiment est la surface brute totale que contiendrait la projection au sol de tous ses étages et sous-sols ; l'*aire des étages* est la somme des aires brutes de chacun de ses étages, mezzanines et attiques exclus. Les mesures sont brutes, prises à la face externe des murs. Un niveau est un étage lorsque son plancher n'est pas plus bas que 0,4 mètre sous le niveau moyen du sol ; un garage intégré ou une verrière intégrée font partie de l'étage ; les murs mitoyens sont exclus du périmètre (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* 2026, partie 2C, bloc *07).

Trois autres notions complètent le vocabulaire. La **superficie nette**, ou surface utile, retranche de la superficie habitable l'emprise des cloisons intérieures et des murs porteurs ; c'est la surface réellement disponible pour les occupants, celle qu'un architecte additionne pièce par pièce. La **superficie brute** ou *hors tout* est mesurée à la face externe des murs extérieurs et inclut donc leur épaisseur ; pour un bâtiment dont tous les niveaux hors sol ont la même empreinte, elle coïncide avec l'aire des étages du MEFQ. Enfin, la **superficie habitable totale** de nombreuses fiches de courtage ajoute à la superficie habitable la partie finie du sous-sol, parfois sans le dire ; elle est la plus grande des cinq et celle dont la définition est la moins stable. Le tableau 12.1 les compare.

12.2.2 Le calcul des aires et le lien entre conventions

Quelle que soit la convention, une superficie se calcule en décomposant l'empreinte en figures simples. Pour une empreinte polygonale dont les sommets $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ sont

Tableau 12.1. Conventions de superficie comparées : ce que chacune inclut, où on la rencontre et ce qu'il faut vérifier avant de l'utiliser.

Convention	Référence de mesure et inclusions	Exclusions	Où on la rencontre
Aire au sol (MEFQ R0701A)	Face externe des murs ; projection au sol de tous les étages et sous-sols	Dépendances détachées	Dossier de propriété du rôle ; coefficient d'occupation du sol en urbanisme
Aire des étages, brute (MEFQ R0702A)	Face externe des murs ; somme des étages dont le plancher est à moins de 0,4 m sous le sol ; garage intégré compris	Sous-sol (plancher à plus de 0,4 m sous le sol), mezzanine, attique	Rôle d'évaluation ; barèmes de coûts du MEFQ (chapitre 21) ; données ouvertes des rôles
Superficie habitable (ouvrage)	Face intérieure des murs extérieurs ; niveaux hors sol ; cloisons comprises	Trémies, garage, espaces non finis, sous-sol, hauteur insuffisante	Modèles de l'ouvrage (cas 1) ; la plupart des fiches de courtage pour la partie hors sol
Superficie nette (utile)	Intérieur des pièces, cloisons et murs porteurs déduits	Tout ce qui précède, plus les cloisons	Plans d'architecte (tableau des pièces) ; baux commerciaux ; copropriétés (parties privatives)
Habitable + sous-sol fini	Habitable, plus la partie finie du sous-sol	Partie non finie du sous-sol, garage	Fiches de courtage (« superficie habitable totale ») ; annonces

Source : synthèse de l'auteur ; définitions du MEFQ d'après *Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* (2026, partie 2C, bloc *07) ; les usages du courtage sont décrits à la section 12.3 et ne reposent pas sur une norme publique vérifiée.

parcourus dans l'ordre, l'aire est donnée par la formule du lacet,

$$A = \frac{1}{2}\left|\sum_{i=1}^{n}\left(x_i\,y_{i+1} - x_{i+1}\,y_i\right)\right|, \qquad (x_{n+1}, y_{n+1}) = (x_1, y_1), \tag{12.1}$$

qui se réduit, pour un rectangle de côtés a et b, à $A = ab$, et pour une empreinte en L à la somme de deux rectangles. Le MEFQ procède exactement ainsi dans son exemple de mesurage : un jumelé composé d'un corps principal de 8,53 sur 13,41 mètres et d'une annexe de 3,05 sur 4,87 mètres a une aire au sol de 129,2 m², un périmètre au sol de 33,5 m une fois le mur mitoyen exclu, et, sur deux étages, une aire des étages de 258,4 m² et un périmètre des étages de 67 m (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* 2026, partie 2C, bloc *07).

Le passage de l'aire brute à l'aire intérieure dépend de l'épaisseur des murs extérieurs et de la forme du bâtiment. Pour un niveau rectangulaire de côtés extérieurs a et b, d'aire brute $A = ab$ et de périmètre $P = 2(a + b)$, dont les murs extérieurs ont une épaisseur t, l'aire mesurée à la face intérieure vaut $(a - 2t)(b - 2t)$, soit

$$\frac{A_{\text{int}}}{A} = 1 - \frac{tP}{A} + \frac{4t^2}{A} \approx 1 - \frac{t\,\kappa}{\sqrt{A}}, \qquad P = \kappa\sqrt{A}, \tag{12.2}$$

où κ est le facteur de forme introduit au chapitre 21 ($\kappa = 4$ pour un carré, $\kappa \approx 4{,}24$ pour un rectangle de proportion 1 : 2). L'écart entre les deux mesures est donc d'autant plus grand que les murs sont épais, que le bâtiment est petit et que sa forme est allongée ou découpée : pour une empreinte de 95 m² et des murs de 0,28 m, il atteint 11 % ; pour un bungalow de 110 m² à murs de maçonnerie pleine de 0,40 m, il dépasse 15 %. Ce n'est qu'une première différence entre l'aire brute et la superficie habitable, à laquelle s'ajoutent les trémies, les garages intégrés et les espaces non finis ; la section 12.4 chiffre chacune pour le sujet du cas 1.

12.2.3 Mètres carrés, pieds carrés et unités anciennes

Le Québec vit dans deux systèmes d'unités. Les plans d'architecte, les certificats de localisation et le rôle d'évaluation sont en mètres depuis des décennies ; le marché, les fiches de courtage, les entrepreneurs et les acheteurs raisonnent encore largement en pieds et en pieds carrés. Le pied international est défini comme exactement 0,304 8 m, de sorte que le pied carré vaut exactement 0,092 903 04 m² et que le mètre carré vaut $1/0{,}09290304 = 10{,}7639\ldots$ pieds carrés. L'ouvrage retient, conformément à ses conventions de calcul, la relation

$$1\ \text{m}^2 = 10{,}763\,9\ \text{pi}^2, \qquad 1\ \text{pi}^2 = 0{,}092\,903\ \text{m}^2, \tag{12.3}$$

dont l'arrondi à quatre décimales introduit une erreur relative inférieure à un millionième, négligeable devant toute erreur de mesure. Deux pièges pratiques subsistent. Le premier est l'arrondi des dimensions avant conversion : une maison de « 26 par 40 pieds » mesure 96,6 m², mais si les dimensions réelles sont de 25 pieds 10 pouces sur 39 pieds 4 pouces, l'aire n'est que de 94,4 m², et l'écart de 2 % vient entièrement de l'arrondi des cotes, non de la conversion. Le second est la double conversion : une superficie convertie de pieds carrés en mètres carrés, puis reconvertie après avoir été arrondie, dérive d'un ou deux pour cent à chaque aller-retour lorsque l'arrondi se fait à l'unité ; la règle est de conserver la mesure d'origine et de ne convertir qu'à la présentation.

Tableau 12.2. Facteurs de conversion des longueurs et des superficies utilisés en évaluation résidentielle au Québec.

Unité	Équivalent	Unité d'arrivée	Statut du facteur
1 pied (pi)	0,304 8	mètre	exact par définition
1 pouce (po)	0,025 4	mètre	exact par définition
1 pied carré (pi^2)	0,092 903	mètre carré	exact ($0{,}3048^2$)
1 mètre carré (m^2)	10,763 9	pied carré	arrondi à 4 décimales (convention de l'ouvrage)
1 acre	4 046,856	mètre carré	exact : 43 560 pi^2
1 hectare	10 000	mètre carré	exact
1 arpent (longueur)	58,47	mètre	usuel (180 pieds français) ; source secondaire
1 arpent carré	3 418,89	mètre carré	usuel ; source secondaire

Source : définitions du pied international (0,304 8 m) ; arpent et pied français : équivalences usuelles relayées par des sources secondaires, inscrites comme partiellement vérifiées au registre du chapitre ; calculs `analysis/python/cases/ch12_mesurage.py`.

Les titres anciens et les descriptions de lots ruraux emploient encore des unités d'Ancien Régime : le pied français, ou pied de roi, plus long que le pied anglais, l'arpent de 180 pieds français comme unité de longueur, et l'arpent carré comme unité de superficie, qui vaut environ 3 419 m². Ces équivalences sont relayées par des sources secondaires et ne sont données ici qu'à titre indicatif ; devant un titre en arpents et en pieds français, l'évaluateur s'en remet à la contenance du plan cadastral en vigueur, qui est la référence légale (section 12.4), ou au certificat de localisation, dont la norme de pratique impose le système international d'unités à moins que le client ne demande expressément un autre système autorisé, auquel cas chaque mesure doit être accompagnée de son équivalent métrique. Le tableau 12.2 rassemble les facteurs utiles.

12.3 Les normes de mesurage

12.3.1 Le Manuel d'évaluation foncière du Québec

La seule norme de mesurage des habitations ayant force obligatoire au Québec est celle du MEFQ, et elle ne s'impose qu'à l'évaluateur municipal. Le Règlement sur le rôle d'évaluation foncière renvoie au Manuel et dispose que tout renvoi signifie que l'évaluateur doit se conformer aux consignes qui y sont énoncées (Québec 1994, art. 1 et 2) ; le dossier de propriété que le Règlement oblige à tenir pour chaque unité d'évaluation est décrit à la partie 2C du Manuel, dont le bloc *07 fixe les normes de mesurage des bâtiments résidentiels (Québec 1994, art. 4). L'édition 2026 du Manuel s'applique aux rôles entrant en vigueur le 1er janvier 2027 (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026).

Les normes de mesurage du MEFQ et leurs conséquences pour l'évaluateur privé

Le bloc *07 du dossier de propriété retient quatre mesures : l'aire au sol (renseignement R0701A), le périmètre au sol (R0701B), l'aire des étages (R0702A) et le périmètre des étages (R0702B). Toutes sont brutes et prises à la face externe des murs. Un niveau

compte comme étage lorsque son plancher n'est pas plus bas que 0,4 mètre sous le niveau moyen du sol, ce qui range la plupart des sous-sols québécois hors de l'aire des étages mais y inclut les rez-de-jardin et les « split-level » dont le niveau inférieur est peu enfoui ; le garage intégré et la verrière intégrée font partie de l'étage ; les mezzanines et attiques sont exclus de l'aire des étages ; les murs mitoyens ne comptent pas dans le périmètre (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* 2026, partie 2C, bloc *07). Trois conséquences en découlent pour l'évaluateur privé qui consulte un rôle ou les données ouvertes qui en sont tirées (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a). D'abord, la superficie du bâtiment qui y figure est une aire brute hors sol, systématiquement supérieure à la superficie habitable des fiches de courtage, de l'ordre de 10 à 20 % pour une maison courante ; elle ne doit jamais être mélangée à celle-ci dans une grille ou un modèle. Ensuite, le nombre d'étages du rôle dépend de la règle des 0,4 mètre et peut différer du nombre d'étages « vécu » par l'occupant. Enfin, les barèmes de coûts de la partie 3E du Manuel sont construits sur ces mesures brutes ; un coût unitaire du Manuel appliqué à une superficie habitable sous-estime le coût neuf (chapitre 21). Le pied de page des pages de normes de mesurage consultées porte la mention « 2022 » dans le PDF de l'édition 2026 : les définitions n'ont pas changé entre les deux éditions à la date de consultation.

12.3.2 Les usages du courtage

Le courtage immobilier résidentiel n'applique pas, à la connaissance de l'auteur, de norme publique de mesurage. La Loi sur le courtage immobilier et son règlement d'application encadrent l'exactitude de l'information plutôt que sa méthode de production : le courtier doit vérifier, conformément aux usages et aux règles de l'art, les renseignements qu'il fournit (Québec 2010, art. 5), et la fiche descriptive doit comporter les déclarations du propriétaire (Québec 2010, art. 118). Les formulaires obligatoires élaborés par l'OACIQ et approuvés par le ministre (Québec 2008, art. 129.1-129.2) portent sur la promesse d'achat et les déclarations du vendeur ; le formulaire de déclarations du vendeur recense l'état de l'immeuble et ses vices connus, non ses dimensions (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a). En pratique, la superficie « habitable » d'une fiche provient tantôt du rôle, tantôt d'un ancien certificat de localisation, tantôt d'un relevé du courtier ou d'un service de photographie, tantôt de la déclaration du propriétaire, et elle inclut ou non le sous-sol fini selon le rédacteur. Il est d'usage que les plateformes de diffusion distinguent la superficie habitable de la superficie du terrain et indiquent l'unité, mais aucune règle vérifiée n'impose une référence de mesure commune. L'évaluateur qui utilise des superficies de fiches comme données de comparaison doit donc les traiter comme des déclarations à vérifier, au même titre que les conditions de vente du chapitre 16, et il doit s'attendre à une erreur de mesure de quelques pour cent, de signe variable, ainsi qu'à des erreurs de convention beaucoup plus grandes lorsque le sous-sol a été compté.

12.3.3 La norme américaine ANSI Z765 à titre comparatif

Les États-Unis disposent d'une norme nationale volontaire de calcul de la superficie des maisons unifamiliales, intitulée *Square Footage – Method for Calculating* et portant le numéro ANSI Z765 ; sa version courante a été approuvée le 29 mars 2021 et publiée par Home Innovation Research Labs, l'organisme de recherche issu de l'association américaine des constructeurs. Faute d'avoir pu consulter le document original auprès de son éditeur, sa description repose sur une copie diffusée par un service d'inscriptions immobilières et doit être tenue pour partiellement vérifiée (Home Innovation Research Labs 2021). La norme illustre néanmoins ce qu'est une convention de mesurage complète, et la comparaison avec le MEFQ est instructive. La maison isolée y est mesurée à la face extérieure finie des murs, au pouce ou au dixième de pied près, et la superficie est rapportée au pied carré entier ; en unités métriques, la mesure se fait au centimètre et l'aire est rapportée au dixième de mètre carré. Seules les aires *finies* comptent, c'est-à-dire les espaces clos utilisables toute l'année et dont les murs, planchers et plafonds sont semblables au reste de la maison ; les garages et les espaces non finis sont exclus, de même que les ouvertures vers l'étage inférieur, à l'exception des marches et paliers de l'escalier qui en descend. La hauteur libre minimale est de 7 pieds (2,13 m), ramenée à 6 pieds 4 pouces sous les poutres et conduits ; sous un plafond en pente, au moins la moitié de l'aire finie doit avoir 7 pieds de hauteur et aucune partie de moins de 5 pieds (1,52 m) n'est comptée. Surtout, la norme impose de déclarer séparément l'aire finie *hors sol*, qui ne retient que les niveaux entièrement au-dessus du sol, et l'aire finie *sous le sol*, qui regroupe les niveaux en tout ou en partie enfouis ; un niveau partiellement enterré est donc tout entier sous le sol, règle plus sévère que le seuil de 0,4 mètre du MEFQ. La norme ne s'applique ni aux immeubles d'appartements ni aux bâtiments multifamiliaux et ne couvre pas les dimensions des pièces.

Deux leçons s'en dégagent pour la pratique québécoise. La première est que les deux conventions complètes dont on dispose, celle du MEFQ et celle de l'ANSI, mesurent toutes deux à la face externe des murs : la superficie « habitable » intérieure des fiches de courtage est l'exception, non la règle, et elle n'a pas d'équivalent normé. La seconde est que les points de divergence entre normes sont toujours les mêmes : le traitement du sous-sol et des niveaux partiellement enfouis, celui du garage intégré, celui des combles et des hauteurs sous plafond, et celui des trémies. C'est sur ces quatre points que l'évaluateur doit interroger toute superficie qu'on lui communique, et c'est sur eux que porte le tableau 12.3.

12.3.4 Les normes professionnelles et la responsabilité du mesurage

Les normes de pratique des évaluateurs n'imposent pas de convention de mesurage particulière, mais elles imposent l'inspection : tout immeuble évalué doit faire l'objet d'une inspection, à moins de circonstances exceptionnelles expliquées au rapport (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.4). L'inspection est l'occasion de mesurer le bâtiment ou, à tout le moins, de vérifier par quelques cotes de contrôle les superficies tirées des documents. Le manuel de l'Appraisal Institute consacre à la description des améliorations un développement où la mesure de la superficie habitable brute (*gross living area*) est présentée comme une étape de l'inspection et où la norme ANSI est citée comme référence de méthode (Appraisal Institute 2026) ; le glossaire de la profession en fixe la définition (Appraisal Institute 2022). La règle qui s'en dégage, et que l'ouvrage fait sienne, tient en deux exigences : le rapport nomme la convention de mesure de chaque superficie

Tableau 12.3. Points de divergence entre les conventions de mesurage : MEFQ, norme américaine ANSI Z765 et convention de l'ouvrage.

Point	MEFQ (aire des étages)	ANSI Z765-2021 (aire finie hors sol)	Convention de l'ouvrage (habitable)
Référence de mesure	Face externe des murs	Face extérieure finie des murs	Face intérieure des murs extérieurs
Sous-sol	Exclu si le plancher est à plus de 0,4 m sous le niveau moyen du sol ; étage sinon	Niveau en tout ou en partie sous le sol : déclaré à part comme aire finie sous le sol	Exclu ; partie finie indiquée séparément
Garage intégré	Compris dans l'étage	Exclu	Exclu
Espaces non finis	Compris (mesure brute)	Exclus	Exclus
Trémie d'escalier	Comprise (mesure brute)	Exclue, sauf marches et paliers	Exclue
Hauteur sous plafond	Mezzanine et attique exclus	7 pi (2,13 m) ; pente : moitié à 7 pi, rien sous 5 pi	Espaces de hauteur insuffisante exclus
Arrondi et unités	Mètres	Pouce ou 0,1 pi ; pi^2 entier ; SI : 0,01 m et 0,1 m^2	Mètres ; m^2 à une décimale
Portée et statut	Obligatoire pour le rôle (Règlement F-2.1, r. 13)	Volontaire ; maisons unifamiliales isolées et attenantes ; exclut le multifamilial	Convention déclarée de l'ouvrage

Source : MEFQ : *Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* (2026, partie 2C, bloc *07) et Québec (1994, art. 1, 2 et 4) ; ANSI Z765-2021 : texte consulté dans une copie diffusée par un service d'inscriptions (partiellement vérifié, registre du chapitre) ; synthèse de l'auteur.

qu'il utilise, et il indique la source de la mesure, relevé de l'évaluateur, plan, certificat de localisation, rôle ou déclaration d'un tiers. Une superficie dont on ne peut dire ni comment ni par qui elle a été mesurée n'est pas une donnée ; c'est une hypothèse, et elle doit être présentée comme telle.

12.4 Lire les plans et le certificat de localisation

12.4.1 Les documents et ce qu'ils mesurent

L'évaluateur rencontre cinq familles de documents qui portent des dimensions, et aucune ne mesure exactement la même chose. Le tableau 12.4 les résume. Le **plan cadastral** situe le lot, en donne les mesures linéaires et la contenance ; il ne dit rien du bâtiment. Le **certificat de localisation** montre le lot et les bâtiments qui s'y trouvent, leurs dimensions extérieures hors tout, leur position par rapport aux limites et les servitudes ; c'est la meilleure source d'une aire au sol. Les **plans d'architecte** ou de constructeur donnent les cotes de chaque niveau, extérieures et intérieures, et permettent de calculer toutes les conventions à la fois, mais ils décrivent le bâtiment projeté, non le bâtiment construit : les agrandissements, les finitions de sous-sol et les écarts de chantier n'y figurent pas. Le **dossier de propriété** du rôle d'évaluation contient l'aire au sol et l'aire des étages au sens du MEFQ, mesurées par l'évaluateur municipal ou tirées des permis. Le **relevé de l'évaluateur**, enfin, est la seule mesure dont celui-ci connaît la convention et la précision, parce qu'il l'a faite lui-même.

Le certificat de localisation et la contenance du lot

Le certificat de localisation est un acte réservé à l'arpenteur-géomètre, officier public dont l'exercice de la profession comprend les arpentages, mesurages, levés et plans, les certificats de localisation, les calculs de superficies des propriétés et toutes les opérations faites par méthode directe, photogrammétrique, électronique ou autre se rapportant au bornage, au lotissement et au piquetage (Québec 1973b, art. 34). La norme de pratique qui le régit (Québec 2002) le définit comme un document en minute comportant un rapport et un plan, dans lequel l'arpenteur-géomètre exprime son opinion sur la situation et la condition actuelles d'un bien-fonds par rapport aux titres, au cadastre et aux lois et règlements qui peuvent l'affecter (art. 2). Le rapport doit notamment indiquer la date du levé, la description actualisée du bien-fonds avec les mesures linéaires et la contenance de chaque lot, la concordance ou la discordance entre les marques d'occupation, le plan cadastral et les titres, les servitudes, les limites bornées, les empiétements apparents, les bâtiments, dépendances et structures, la situation en zone agricole et les avis publiés au registre foncier (art. 9) ; l'arpenteur-géomètre doit avoir visité les lieux ou validé personnellement les observations (art. 7), et le système international d'unités est la règle (art. 3). L'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec rappelle qu'un créancier ou un notaire peut exiger un certificat à jour lors de la vente d'une propriété, que le vendeur en paie habituellement les frais et que le certificat ne doit pas servir à établir les limites sur le terrain, ce qui relève du piquetage (Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec 2026). Du côté du Code civil, le vendeur remet à l'acheteur les titres et le certificat de localisation qu'il possède et doit délivrer la contenance indiquée, sauf vente sans égard à la contenance (Québec 1991, art. 1719-1720) ; le plan cadastral est présumé

Tableau 12.4. Documents porteurs de dimensions, grandeurs qu'ils fournissent et précautions d'emploi.

Document	Grandeurs fournies	Auteur et statut	Précautions
Plan cadastral (rénové)	Limites, mesures linéaires et contenance du lot ; numéro de lot	Ministre responsable du cadastre ; présumé exact et prime sur les titres en cas de discordance (art. 3026-3027 C.c.Q.)	Ne décrit pas le bâtiment ; la contenance peut différer des titres anciens
Certificat de localisation	Plan et rapport : limites, contenance, position et dimensions hors tout des bâtiments, dépendances, piscines, empiétements, servitudes, zonage, zone agricole	Arpenteur-géomètre, acte exclusif ; norme de pratique réglementaire ; remis par le vendeur avec les titres (art. 1719 C.c.Q.)	Opinion datée ; un créancier ou un notaire peut exiger un certificat à jour ; les dimensions sont extérieures
Plans d'architecte ou de constructeur	Cotes extérieures et intérieures de chaque niveau, hauteurs, surfaces des pièces	Professionnel ou constructeur ; document du projet	Bâtiment projeté, non mesuré ; vérifier agrandissements, sous-sol, écarts de chantier
Dossier de propriété du rôle (données ouvertes)	Aire au sol, aire des étages, nombre d'étages, année, usage	Évaluateur municipal ; conventions du MEFQ	Aire brute hors sol ; date de la dernière visite inconnue ; cadastre et propriétaires caviardés dans les données ouvertes
Relevé de l'évaluateur	Toute convention choisie ; cotes de contrôle	L'évaluateur lui-même	Déclarer la convention, l'instrument et la précision ; conserver le croquis au dossier

Source : synthèse de l'auteur d'après Québec (1991, art. 1719-1720, 3026-3027), Québec (1964a), Gouvernement du Québec (2026h), Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (2026a) et la norme de pratique relative au certificat de localisation (registre du chapitre).

exact et prime les titres en cas de discordance (Québec 1991, art. 3026-3027), de sorte que la contenance du lot rénové est la superficie de terrain de référence pour l'évaluateur, même lorsque les titres anciens en indiquent une autre (Québec 1964a). Pour les lots issus de la rénovation cadastrale, le certificat doit en outre établir la concordance avec le plan antérieur (r. 10, art. 9, par. 6°) : c'est là que se résolvent la plupart des écarts de contenance rencontrés dans les dossiers.

Lire un certificat de localisation pour les besoins de l'évaluation suppose de distinguer trois choses que le document superpose : les limites et la contenance du lot, qui donnent la superficie de terrain ; la position du bâtiment, qui révèle les marges, les empiétements et les servitudes, donc les contraintes juridiques et urbanistiques traitées aux chapitres 7 et 8 ; et les dimensions hors tout du bâtiment, qui permettent de reconstituer l'aire au sol et, connaissant le nombre d'étages, l'aire des étages. Le certificat ne dit rien de l'intérieur : ni la finition du sous-sol, ni les trémies, ni l'épaisseur des murs. Le passage à la superficie habitable exige soit un plan, soit un relevé intérieur, soit l'application de l'équation (12.2) avec une épaisseur de mur estimée, méthode acceptable pour un contrôle mais non pour une mesure de référence.

12.4.2 Le plan coté du sujet du cas 1

Données synthétiques

Le sujet est la maison fictive du premier dossier de cas (`data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json`) : cottage à étages construit en 1998 dans le secteur Hull de Gatineau, 165 m² habitables, terrain de 620 m², garage simple, sous-sol fini. Le plan coté présenté ici est une reconstitution pédagogique cohérente avec ces données et avec le devis du chapitre 21 (dalle de sous-sol de 95 m², planchers flottants du sous-sol sur 70 m²) ; ses dimensions, l'épaisseur des murs, le tracé des cloisons et l'implantation sur le lot sont des hypothèses déclarées dans `analysis/python/cases/ch12_mesurage.py`, qui imprime tous les chiffres de cette section. Aucune propriété réelle n'est décrite.

Exemple 12.1 : Mesurer le sujet du cas 1 selon chaque convention

Le sujet est un cottage de 7,92 sur 12,00 mètres hors tout, soit 26 pieds sur 39 pieds 4 pouces, à deux étages de même empreinte, sur un sous-sol complet dont le plancher est à 1,90 mètre sous le niveau moyen du sol. Les murs extérieurs ont une épaisseur moyenne de 0,28 m, les cloisons de 0,115 m sur une longueur cumulée de 44 m (18 au rez-de-chaussée, 26 à l'étage) ; la cage d'escalier ouvre dans le plancher de l'étage une trémie de 1,00 sur 3,40 mètres ; le sous-sol est fini sur 70 m² ; un garage simple attaché de 3,66 sur 6,10 mètres est accolé au côté droit, hors de l'empreinte principale ; le lot mesure 15,24 sur 40,68 mètres. Les figures 12.1 et 12.2 montrent le plan coté et l'implantation.



Cotes en mètres ; murs extérieurs de 0,28 m ; cloisons de 0,115 m ; échelle approximative 1:200. Sous-sol (non montré) : même empreinte, plancher à 1,90 m sous le niveau moyen du sol, 70 m² finis.

Figure 12.1. Plan coté reconstitué du sujet du cas 1 : rez-de-chaussée et étage d'un cottage de 7,92 sur 12,00 mètres hors tout. Les cotes extérieures donnent l'aire brute de chaque niveau (95,04 m²), les cotes intérieures et la trémie donnent la superficie habitable (165,0 m² pour les deux niveaux). Les dimensions sont des hypothèses pédagogiques.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch12.tex`) ; dimensions déclarées dans `analysis/python/cases/ch12_mesurage.py`.

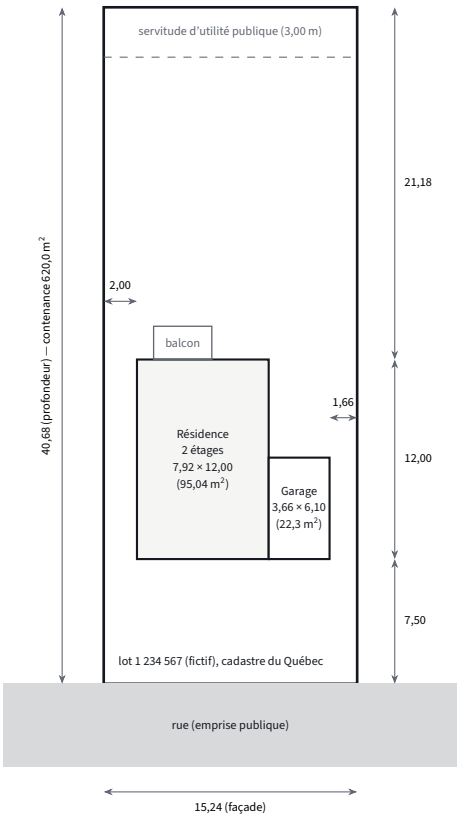


FIGURE 12.2. Plan d'implantation du sujet du cas 1 sur son lot de 15,24 sur 40,68 mètres (contenance 620 m^2), à la manière du plan d'un certificat de localisation : résidence, garage attaché, marges et servitude. L'aire au sol est celle de la résidence (95,04 m^2) ; le garage attaché (22,3 m^2) est mesuré à part. Toutes les données sont fictives.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch12.tex`).

Tableau 12.5. Superficies du sujet du cas 1 selon la convention et prix unitaire implicite pour une valeur de 637 953 $.

Convention	m^2	pi^2	$/$m^2$	$/$pi^2$
Aire au sol (MEFQ R0701A)	95,04	1 023	6 712	624
Superficie nette (utile)	159,94	1 722	3 989	371
Superficie habitable (convention de l'ouvrage)	165,00	1 776	3 866	359
Aire des étages, brute (MEFQ R0702A)	190,08	2 046	3 356	312
Habitable + sous-sol fini (fiches de courtage)	235,00	2 529	2 715	252
Garage attaché (hors superficies)	22,33	240	—	—
Contenance du lot	619,96	6 673	—	—

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch12_mesurage.py` ; valeur hédonique `traite.cas1.predire` ; conversion 1 $m^2 = 10{,}7639$ pi^2.

Mesures du MEFQ. L'aire au sol est l'aire de la projection de l'empreinte principale, $7{,}92 \times 12{,}00 = 95{,}04$ m^2, et le périmètre au sol vaut $2\,(7{,}92 + 12{,}00) = 39{,}84$ m. Le sous-sol, dont le plancher est à 1,90 mètre sous le sol, n'est pas un étage ; les deux niveaux hors sol le sont, d'où une aire des étages de $2 \times 95{,}04 = 190{,}08$ m^2 et un périmètre des étages de 79,68 m. C'est la mesure que retiendrait le dossier de propriété du rôle, et c'est l'aire brute de 190 m² utilisée au chapitre 21 pour exprimer le coût neuf au mètre carré.
Superficie habitable. L'intérieur de chaque niveau mesure $(7{,}92 - 0{,}56) \times (12{,}00 - 0{,}56) = 7{,}36 \times 11{,}44 = 84{,}20$ m^2, soit 88,6 % de l'aire brute, conformément à l'équation (12.2) : $1 - 0{,}28 \times 39{,}84/95{,}04 + 4 \times 0{,}28^2/95{,}04 = 0{,}8859$. Deux niveaux donnent 168,40 m² ; la trémie de 3,40 m² est retranchée à l'étage, d'où une superficie habitable de 165,0 m², qui est celle du dossier. En pieds carrés, $165{,}0 \times 10{,}7639 = 1\,776$ pi^2.
Superficie nette. Les cloisons occupent $44 \times 0{,}115 = 5{,}06$ m^2 ; la superficie nette est de 159,9 m², soit 97 % de l'habitable. Pour une maison de cette taille, l'écart entre habitable et nette est petit ; il devient important dans les copropriétés et les immeubles à couloirs.
Superficie « habitable totale » des fiches. En ajoutant les 70 m² finis du sous-sol, on obtient 235,0 m², soit 42 % de plus que la superficie habitable. C'est le chiffre qu'une fiche de courtage pourrait afficher sans préciser qu'il inclut le sous-sol.
Autres grandeurs. Le garage attaché mesure 22,3 m² ; il n'entre dans aucune des superficies précédentes mais il est une caractéristique à part entière de la grille de comparaison. La contenance du lot est de $15{,}24 \times 40{,}68 = 620{,}0$ m^2.
Le tableau 12.5 rassemble ces mesures et leur associe le prix unitaire implicite obtenu en divisant la valeur hédonique du sujet, 637 953 $ (chapitre 18), par chaque superficie. Le même bâtiment et la même valeur donnent ainsi des prix unitaires allant de 2 715 $/m² à 6 712 $/m², soit de 252 $/$pi^2$ à 624 $/$pi^2$. La figure 12.3 en donne l'image.

12.5 Les erreurs de mesure et leur effet sur la valeur

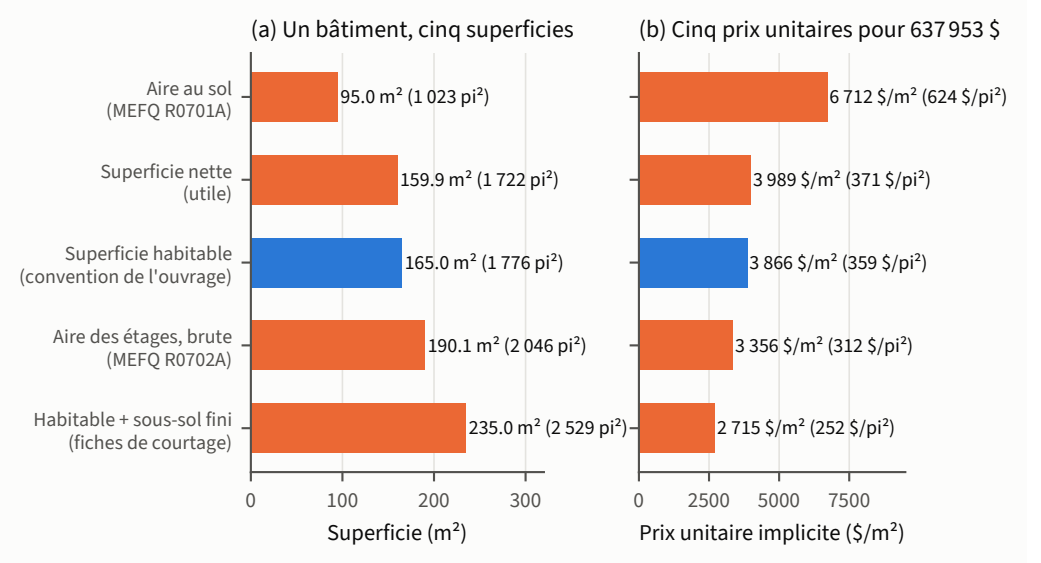


FIGURE 12.3. Le sujet du cas 1 mesuré selon cinq conventions : (a) la superficie va de 95 m² (aire au sol) à 235 m² (habitable avec sous-sol fini) ; (b) pour une même valeur de 637 953 $, le prix unitaire implicite varie du simple au double et demi. Un prix unitaire n'a de sens qu'accompagné de sa convention.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch12_figures.py`, graine 20261031.

12.5.1 La dérivée de la valeur par rapport à la superficie

Pour chiffrer l'effet d'une erreur de superficie, il faut savoir comment la valeur varie avec la superficie, toutes choses égales d'ailleurs. Le modèle hédonique de référence de l'ouvrage est semi-logarithmique en prix et logarithmique en superficie :

$$\ln V = \alpha + \beta \ln S + \mathbf{x}^{\mathsf{T}}\gamma, \qquad V(S) = V_0 \left(\frac{S}{S_0}\right)^{\beta}, \tag{12.4}$$

où β est l'élasticité de la valeur par rapport à la superficie et $V_0 = V(S_0)$ la valeur à la superficie de référence. La dérivée de la valeur par rapport à la superficie, c'est-à-dire le prix marginal du mètre carré, s'écrit

$$\frac{\partial V}{\partial S} = \beta \frac{V}{S}, \tag{12.5}$$

et elle est inférieure au prix moyen V/S dès que $\beta < 1$. C'est la traduction mathématique d'une observation du chapitre 16 : le prix au mètre carré décroît avec la taille, parce qu'une partie de la valeur rémunère le terrain, les raccordements, la cuisine et les équipements, dont la quantité ne croît pas avec la surface. Le prix marginal est la grandeur pertinente pour ajuster une différence de superficie entre deux maisons (chapitre 17) et pour mesurer l'effet d'une erreur ; le prix moyen ne l'est pas.

Proposition 12.1 : Propagation d'une erreur de superficie

Soit $\hat{S} = S(1 + e)$ la superficie mesurée, où e est une erreur relative d'espérance nulle et d'écart-type σ_e, et soit $\hat{V} = V(\hat{S})$ la valeur calculée avec cette mesure selon

l'équation (12.4). Au premier ordre,

$$\hat{V} - V \approx \frac{\partial V}{\partial S}\,(\hat{S} - S) = \beta\, V\, e, \qquad \sigma_V \approx \left|\frac{\partial V}{\partial S}\right| \sigma_S = \beta\, V\, \sigma_e, \tag{12.6}$$

où $\sigma_S = S\,\sigma_e$ est l'écart-type de la superficie mesurée. L'erreur relative sur la valeur est donc l'erreur relative sur la superficie multipliée par l'élasticité β. L'effet exact d'une erreur e est

$$\frac{\hat{V} - V}{V} = (1+e)^{\beta} - 1 = \beta e + \frac{\beta(\beta-1)}{2}\, e^2 + \cdots, \tag{12.7}$$

et, pour $0 < \beta < 1$, il est légèrement inférieur à βe pour une erreur positive et légèrement supérieur en valeur absolue pour une erreur négative : la fonction $V(S)$ est concave.

Démonstration. Le développement de Taylor de $V(S(1+e))$ autour de $e = 0$ donne $V + V'(S)\,Se + \tfrac{1}{2}V''(S)\,S^2e^2 + \cdots$; avec $V'(S) = \beta V/S$ et $V''(S) = \beta(\beta-1)V/S^2$, on obtient (12.7), dont le terme du premier ordre est (12.6). L'écart-type suit de $\operatorname{Var}[\beta V e] = \beta^2 V^2 \sigma_e^2$ au premier ordre, ce qui est la méthode delta appliquée à la fonction $S \mapsto V(S)$. Le signe du terme du second ordre est celui de $\beta(\beta-1)$, négatif pour $0 < \beta < 1$. □

La proposition contient une leçon pratique immédiate. L'intuition du praticien est de multiplier l'erreur de superficie par le prix au mètre carré du marché : une maison « à 3 866 $/m² » mesurée avec 8 m² de trop paraît surévaluée de 31 000 $. Ce raisonnement surestime l'effet d'un facteur $1/\beta$, soit près du double pour $\beta = 0{,}54$, parce que le prix moyen incorpore des composantes de valeur qui ne dépendent pas de la superficie. L'erreur de valeur réelle est le produit de l'erreur de superficie par le prix *marginal*, et celui-ci se lit dans le coefficient d'un modèle hédonique ou dans un ajustement de superficie extrait du marché (chapitre 17), jamais dans un prix moyen.

Exemple 12.2 : Effet d'une erreur de 5 % sur la valeur du sujet du cas 1

Le modèle hédonique de référence (`traite.cas1.hedonique`) donne $\beta = 0{,}539$ avec un écart-type robuste de 0,013, et la valeur prédite du sujet, corrigée du biais de retransformation, est $V = 637\,953$ $ pour $S = 165$ m². Le prix marginal du mètre carré vaut, par l'équation (12.5),

$$\frac{\partial V}{\partial S} = 0{,}539 \times \frac{637\,953\ \$}{165\ \text{m}^2} = 2\,084\ \$/\text{m}^2, \tag{12.8}$$

contre un prix moyen de 3 866 $/m² : le rapport des deux est exactement β.
Une erreur de mesure de 5 %, soit 8,25 m², produit par l'équation (12.6) une erreur de valeur de $2\,084 \times 8{,}25 = 17\,195$ $, soit 2,70 % de la valeur. L'effet exact de l'équation (12.7) est de +17 002 $ (+2,67 %) si la superficie est surestimée et de −17 398 $ (−2,73 %) si elle est sous-estimée ; l'approximation linéaire est exacte à 1 % près de l'effet, ce qui est largement suffisant. Le calcul naïf au prix moyen aurait donné 31 898 $, presque le double. Si l'on traite l'erreur de mesure comme aléatoire avec $\sigma_e = 5$ %, l'écart-type induit sur la valeur est de 17 195 $, à comparer à l'écart-type résiduel du modèle, environ 8,3 % du prix, soit 53 000 $: une erreur de mesure de 5 % ajoute à l'incertitude de la

Tableau 12.6. Sensibilité de la valeur du sujet du cas 1 (637 953 $, 165 m^2, $\beta = 0{,}539$) à une erreur sur la superficie : approximation linéaire, effet exact et calcul naïf au prix moyen.

Erreur sur S (%)	ΔS (m^2)	Linéaire (%)	Linéaire ($)	Exact (%)	Exact ($)	Naïf, V/S ($)
−10	−16,50	−5,39	−34 390	−5,52	−35 224	−63 795
−5	−8,25	−2,70	−17 195	−2,73	−17 398	−31 898
−2	−3,30	−1,08	−6 878	−1,08	−6 910	−12 759
2	3,30	1,08	6 878	1,07	6 847	12 759
5	8,25	2,70	17 195	2,67	17 002	31 898
10	16,50	5,39	34 390	5,27	33 634	63 795

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch12_mesurage.py`, fonction `propagation` ; modèle `traite.cas1.hedonique`.

prédiction, mais elle ne la domine pas. Pour une erreur de 10 %, l'effet atteint +5,27 % ou −5,52 %, soit environ 34 000 $; le tableau 12.6 et la figure 12.4 détaillent la gamme.

12.5.2 Le mélange de conventions : une erreur systématique

L'erreur de mesure aléatoire de quelques pour cent est bénigne au regard de l'erreur de convention, qui est systématique et beaucoup plus grande. Supposons qu'un modèle hédonique ou une grille de comparables ait été construit avec des superficies habitables, et que la superficie du sujet soit tirée du rôle, donc en aire brute des étages. Le sujet entre dans le calcul avec S_{brute} au lieu de S_{hab}, et l'équation (12.4) donne un biais de

$$\ln \hat{V} - \ln V = \beta \ln \frac{S_{\text{brute}}}{S_{\text{hab}}}, \qquad \frac{\hat{V}}{V} = \left(\frac{S_{\text{brute}}}{S_{\text{hab}}} \right)^{\beta}. \tag{12.9}$$

Pour le sujet du cas 1, le rapport des deux superficies est $190{,}08/165{,}0 = 1{,}152$; le biais vaut $1{,}152^{0{,}539} - 1 = +7{,}93\,\%$, soit +50 573 $. L'erreur inverse, un sujet mesuré en superficie habitable comparé à des ventes dont les superficies viennent du rôle, produit un biais de −7,35 %, soit −46 858 $. Ces montants sont trois fois ceux d'une erreur de mesure de 5 %, et ils ne se compensent pas : toutes les évaluations faites avec la même confusion sont biaisées dans le même sens. Le point isolé de la figure 12.4(b) les situe par rapport aux erreurs aléatoires. Le remède est purement documentaire : la source et la convention de chaque superficie, celle du sujet comme celle de chaque comparable, sont notées dans la grille, et toute superficie d'une autre convention est convertie avant usage, par un plan ou, à défaut, par un ratio déclaré comme celui de l'équation (12.2).

12.5.3 Les erreurs sur les comparables et la variance combinée

Dans la méthode de comparaison, la superficie intervient deux fois : celle du sujet et celle de chaque comparable, par l'ajustement de superficie. Avec le modèle multiplicatif retenu par l'ouvrage pour dériver les ajustements du marché (chapitre 17), l'ajustement de superficie

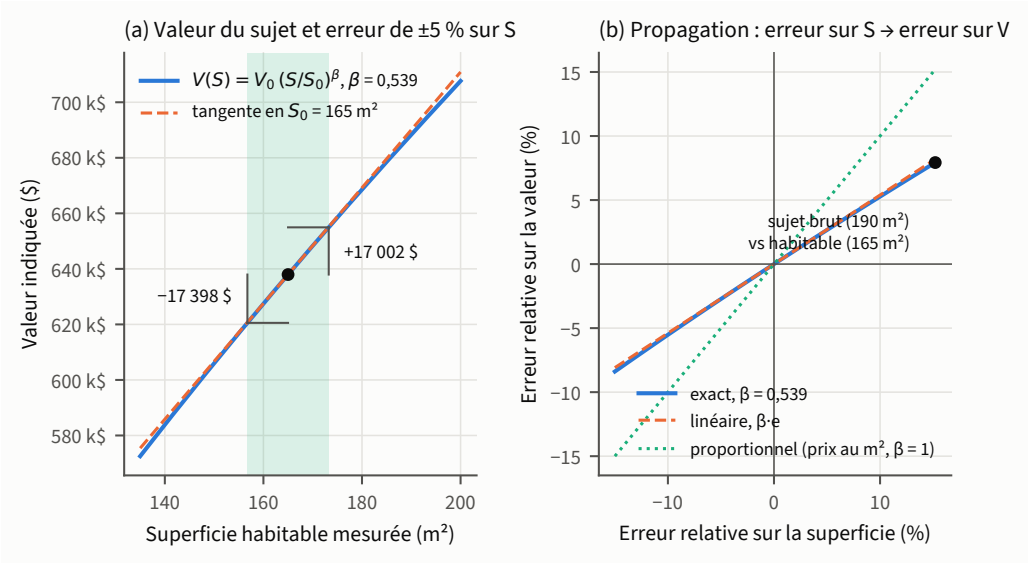


FIGURE 12.4. Propagation d'une erreur de superficie sur la valeur du sujet du cas 1 : (a) la courbe $V(S) = V_0(S/S_0)^{\beta}$ et sa tangente en 165 m², avec l'effet d'une erreur de ±5 % (bande) ; (b) erreur relative sur la valeur en fonction de l'erreur relative sur la superficie, selon l'effet exact, l'approximation linéaire βe et le calcul proportionnel au prix moyen. Le point isolé est le biais d'un sujet mesuré en aire brute (190 m²) comparé à des ventes mesurées en superficie habitable.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch12_figures.py`, graine 20261031.

appliqué au comparable j vaut

$$A_j = P_j\left[\left(\frac{S_s}{S_j}\right)^{\beta} - 1\right] \approx \beta\, P_j\, \frac{S_s - S_j}{S_j}, \tag{12.10}$$

et une erreur ΔS_j sur la superficie du comparable fausse l'ajustement d'environ $-\beta P_j \Delta S_j / S_j$. Le comparable G0404 du chapitre 16, vendu 506 500 $ avec 160 m² habitables, appelle pour le sujet de 165 m² un ajustement de +8 472 $; si sa superficie avait été enregistrée à 170 m² par erreur, l'ajustement deviendrait −8 086 $, une erreur de 16 558 $ sur ce seul comparable, du même ordre qu'une erreur de 5 % sur le sujet. L'approximation linéaire donne 17 065 $.

Lorsque les erreurs relatives de mesure du sujet, e_s, et des n comparables, e_j, sont indépendantes, de moyenne nulle et d'écarts-types σ_s et σ_c, et que l'indication est la moyenne à poids égaux des prix ajustés, le logarithme de l'indication subit une erreur $\beta(e_s - \bar{e})$ où $\bar{e}$ est la moyenne des e_j, d'où

$$\frac{\sigma_{\hat{V}}}{\hat{V}} \approx \beta\sqrt{\sigma_s^2 + \frac{\sigma_c^2}{n}}. \tag{12.11}$$

La part du sujet dans la variance est $\sigma_s^2/(\sigma_s^2+\sigma_c^2/n)$: avec des erreurs de même ampleur et cinq comparables, elle atteint 5/6. Le tableau 12.7 chiffre quelques scénarios pour le sujet du cas 1 ; avec $\sigma_s = \sigma_c = 2\,\%$, l'écart-type induit sur l'indication est de 1,18 %, soit 7 535 $, dont 6 878 $ viennent du sujet seul. La conclusion opérationnelle est nette : les erreurs sur les comparables se compensent partiellement en moyenne, celle sur le sujet ne se compense jamais. L'effort de mesure doit porter d'abord sur le sujet, que l'évaluateur a de toute façon l'obligation

Tableau 12.7. Écart-type de l'indication par comparaison imputable aux erreurs de mesure des superficies, sujet du cas 1 (637 953 \$, $\beta = 0{,}539$, cinq comparables à poids égaux).

Scénario	σ_s (%)	σ_c (%)	$\sigma_{\hat{V}}/\hat{V}$ (%)	$\sigma_{\hat{V}}$ (\$)	Part du sujet (%)
Sujet et comparables mesurés à 2 %	2	2	1,181	7 535	83,3
Sujet seul entaché d'erreur	2	0	1,078	6 878	100,0
Comparables seuls entachés d'erreur	0	2	0,482	3 076	0,0
Sujet mal mesuré (5 %), comparables à 2 %	5	2	2,738	17 468	96,9

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch12_mesurage.py`, fonction `variance_combinee` ; équation (12.11).

d'inspecter ; pour les comparables, une vérification de convention et de vraisemblance suffit souvent, l'effort de mesure étant réservé aux comparables les plus pondérés.

12.5.4 L'erreur de mesure dans les bases de ventes : l'atténuation du coefficient

Les erreurs aléatoires de mesure des comparables se compensent dans une grille ; elles ne se compensent pas dans l'estimation d'un modèle hédonique, où elles produisent un biais systématique bien connu de l'économétrie. Si la superficie observée est $\ln \hat{S} = \ln S + u$, avec une erreur u indépendante de la vraie superficie et du prix, la régression du logarithme du prix sur $\ln \hat{S}$ estime un coefficient atténué.

Proposition 12.2 : Atténuation du coefficient de la superficie

Dans le modèle (12.4) estimé par moindres carrés avec une superficie mesurée $\ln \hat{S} = \ln S + u$, où u est une erreur classique de variance σ_u^2, indépendante de $\ln S$, des autres régresseurs et du terme d'erreur du modèle, le coefficient estimé converge vers

$$\operatorname{plim} \hat{\beta} = \lambda\, \beta, \qquad \lambda = \frac{\sigma_{\tilde{e}}^2}{\sigma_{\tilde{e}}^2 + \sigma_u^2} \in (0, 1), \tag{12.12}$$

où $\sigma_{\tilde{e}}^2$ est la variance de la partie de $\ln S$ qui n'est pas expliquée par les autres régresseurs du modèle. Le coefficient est biaisé vers zéro, et le biais est d'autant plus grand que l'erreur de mesure est importante relativement à la variabilité propre de la superficie dans l'échantillon.

Démonstration. En notant $\tilde{e}$ le résidu de la régression auxiliaire de $\ln S$ sur les autres régresseurs, le théorème de Frisch–Waugh ramène l'estimateur de β à la régression simple de $\ln P$ sur $\tilde{e} + u$. Sa limite en probabilité est $\operatorname{Cov}(\ln P, \tilde{e} + u)/\operatorname{Var}(\tilde{e} + u) = \beta\, \sigma_{\tilde{e}}^2/(\sigma_{\tilde{e}}^2 + \sigma_u^2)$, puisque u est non corrélé avec $\ln P$ une fois les autres régresseurs pris en compte, et que $\operatorname{Var}(\tilde{e} + u) = \sigma_{\tilde{e}}^2 + \sigma_u^2$ par indépendance. Le traitement général des erreurs sur les variables se trouve chez Wooldridge (2010, chap. 4). □

Le jeu du cas 1 permet d'illustrer la proposition par simulation. Dans les 600 ventes, l'écart-type du logarithme de la superficie habitable est de 0,249, et la variance de sa partie non expliquée par les autres régresseurs vaut $\sigma_{\tilde{e}}^2 = 0{,}0609$. En ajoutant au logarithme de la superficie une erreur gaussienne d'écart-type σ_u et en réestimant le modèle 200 fois pour

Tableau 12.8. Atténuation du coefficient de la superficie dans le modèle hédonique du cas 1 lorsqu'une erreur de mesure d'écart-type σ_u affecte le logarithme de la superficie (200 réplications par niveau, graine 20261031).

σ_u	λ théorique	$\lambda\beta$	$\hat{\beta}$ moyen	Écart-type de $\hat{\beta}$	$\hat{V}$ sujet, 165 m² ($)	$\hat{V}$ maison de 120 m² ($)
0,00	1,000	0,539	0,539	0,000 0	637 953	537 321
0,02	0,994	0,536	0,536	0,002 0	637 701	537 701
0,05	0,961	0,518	0,518	0,004 7	636 467	539 647
0,10	0,859	0,463	0,465	0,008 3	631 538	544 589
0,15	0,730	0,394	0,396	0,010 1	627 003	552 719
0,20	0,604	0,325	0,328	0,009 5	622 004	560 306

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch12_mesurage.py`, fonction `attenuation` ; $\sigma_e^2 = 0{,}0609$; estimation par `traite.hedonique.mco`.

chaque valeur de σ_u, on obtient les coefficients du tableau 12.8 et de la figure 12.5. Une erreur de 5 % ramène le coefficient de 0,539 à 0,518 ; une erreur de 10 %, à 0,465 ; une erreur de 20 %, comparable à un mélange non contrôlé de superficies brutes et habitables dans la base, à 0,328, soit une perte de 40 % du coefficient. Les simulations suivent la courbe théorique à l'écart-type d'échantillonnage près.

Les conséquences pratiques sont de deux ordres. Pour l'évaluation individuelle, un coefficient atténué sous-estime les ajustements de superficie dérivés du modèle (chapitre 17) et déplace les prédictions : la maison de 120 m² est surévaluée et le sujet de 165 m² sous-évalué, et l'écart croît avec l'éloignement de la superficie moyenne de l'échantillon, comme le montre le volet (b) de la figure 12.5. Pour l'évaluation de masse, la norme de l'IAAO sur l'évaluation de masse insiste sur la qualité et l'uniformité des données descriptives, et en particulier des superficies, comme condition première de l'équité du rôle (International Association of Assessing Officers 2025) ; Gloudemans et Almy (2011) montrent que la révision périodique des mesures de bâtiments est l'un des investissements les plus rentables d'un service d'évaluation, précisément parce qu'elle restaure le gradient prix-taille que l'erreur de mesure aplatit. La parade méthodologique, au-delà de la qualité des données, consiste à utiliser des variables instrumentales lorsqu'une seconde mesure indépendante existe, par exemple la superficie du rôle comme instrument de la superficie déclarée, ou à corriger le coefficient par un facteur de fiabilité estimé sur un sous-échantillon remesuré ; le chapitre 14 revient sur la détection des superficies aberrantes et le chapitre 18 sur la spécification du modèle.

12.6 Photogrammétrie, lidar et données du rôle

12.6.1 Instruments et méthodes de relevé

Le relevé traditionnel au ruban a cédé la place au télémètre laser, qui mesure une distance par le temps de vol ou la phase d'un faisceau et permet de relever les cotes extérieures d'un bâtiment depuis le sol, ou les cotes intérieures d'une pièce depuis un angle. Sa précision instrumentale dépasse de loin les besoins de l'évaluation ; les erreurs viennent de l'opérateur, qui vise un parement plutôt qu'un mur, oublie un décroché, mesure une pièce mansardée sur toute sa largeur ou confond la face du revêtement et celle de la maçonnerie, et surtout du passage des cotes à la superficie, qui exige un croquis complet et une convention explicite. Les appareils de relevé d'intérieur qui combinent télémètre, centrale inertielle et caméra

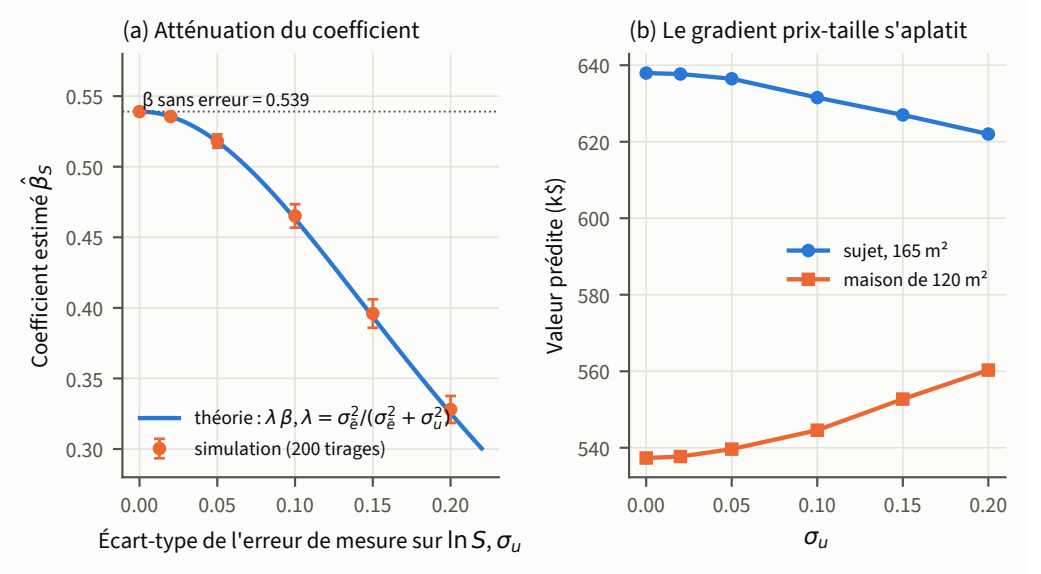


Figure 12.5. Erreur de mesure et modèle hédonique du cas 1 : (a) le coefficient estimé de la superficie décroît avec l'écart-type de l'erreur de mesure, conformément à l'équation (12.12) (courbe) ; les points sont les moyennes de 200 réestimations, avec leur écart-type ; (b) la valeur prédite d'une petite maison augmente et celle du sujet diminue : le gradient prix-taille s'aplatit et les ajustements de superficie dérivés du modèle sont sous-estimés.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch12_figures.py`, graine 20261031.

produisent un plan d'étage en quelques minutes ; leur résultat est une superficie mesurée à la face intérieure des cloisons, pièce par pièce, c'est-à-dire une superficie nette, qu'il faut majorer des cloisons et des murs pour obtenir une superficie habitable au sens de l'ouvrage ou une aire brute au sens du MEFQ. Rapporter directement la somme des pièces comme « superficie habitable » sous-estime celle-ci de plusieurs pour cent ; l'exemple du sujet montre un écart de 3 % entre nette et habitable, qui serait plus grand dans une maison cloisonnée.

La photogrammétrie reconstitue la géométrie d'un objet à partir de photographies prises sous des angles différents ; appliquée à un bâtiment, depuis le sol ou depuis un drone, elle produit un modèle tridimensionnel dont on tire les dimensions extérieures et l'aire au sol. Le lidar aérien ou terrestre mesure directement des millions de points par balayage laser et fournit, pour un territoire entier, l'empreinte et la hauteur des bâtiments ; les nuages de points lidar sont désormais disponibles pour une large partie du Québec habité et servent, entre autres, à la mise à jour des rôles et à la cartographie des zones inondables (chapitres 38 et 43). La Loi sur les arpenteurs-géomètres mentionne expressément la méthode photogrammétrique parmi les procédés par lesquels l'arpenteur-géomètre exerce sa profession, ce qui rappelle que la technologie ne change pas la responsabilité : la mesure issue d'un modèle photogrammétrique ou lidar est une mesure extérieure, hors tout, dont la précision dépend de la résolution des données et de la qualité de la reconstitution, et qui ne distingue ni les niveaux, ni les sous-sols, ni les espaces finis. Elle fournit une aire au sol ; elle ne fournit pas une aire des étages sans une hypothèse sur le nombre de niveaux, ni une superficie habitable sans un relevé intérieur. L'ouvrage ne donne pas de chiffre de précision pour ces technologies, faute de source publique vérifiée qui en fournisse pour le contexte québécois ; la règle est de traiter toute superficie issue d'un relevé à distance comme une aire brute à

confirmer par des cotes de contrôle au sol.

12.6.2 Les données du rôle comme source de superficies

Les données ouvertes des rôles d'évaluation diffusées par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation sous licence Creative Commons Attribution 4.0 couvrent l'ensemble des municipalités, avec les cadastres, les noms et les adresses des propriétaires caviardés et une interdiction expresse de réidentification (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a) ; la Ville de Montréal diffuse pour sa part ses unités d'évaluation avec la superficie du terrain, la superficie du bâtiment, le nombre d'étages hors sol, le nombre de logements et l'année de construction. Ces données sont une source de superficies à grande échelle, homogène dans sa convention puisqu'elle est celle du MEFQ, et donc particulièrement utile pour un modèle hédonique estimé sur un territoire entier (chapitre 18) ou pour vérifier la vraisemblance des superficies déclarées dans une base de ventes (chapitre 14). Elles ont trois limites que l'évaluateur doit garder à l'esprit. La convention est l'aire brute des étages, non la superficie habitable : toute comparaison avec des fiches de courtage exige une conversion. La date de la mesure est inconnue : un agrandissement récent, une finition de sous-sol ou une démolition peuvent n'être pas encore reflétés. Et la mesure a été faite aux fins de l'équité du rôle, dans un processus de masse, avec les tolérances de ce processus. L'usage prudent consiste à employer les superficies du rôle comme variable de contrôle et comme instrument, au sens de la section 12.5, plutôt que comme mesure de référence du sujet.

Protocole de mesurage du sujet

Un dossier de mesurage défendable comprend : le croquis coté de chaque niveau avec l'indication de la face mesurée (interne ou externe) ; l'instrument utilisé et la date ; les cotes de contrôle croisées avec le certificat de localisation ou le rôle, et l'explication de tout écart supérieur à 2 % ; le calcul de l'aire au sol, de l'aire des étages et de la superficie habitable, chacune nommée ; le traitement déclaré du sous-sol, du garage, des trémies et des espaces de hauteur réduite ; et, pour chaque comparable, la source et la convention de la superficie retenue, avec la conversion appliquée s'il y a lieu. Lorsque le sujet ne peut être mesuré, la superficie retenue et sa provenance sont énoncées comme une hypothèse du rapport.

Erreurs fréquentes

- *Mélanger les conventions.* Un sujet mesuré en aire brute du rôle comparé à des ventes en superficie habitable est surévalué d'environ 8 % dans le cas 1 (50 000 $) ; l'inverse le sous-évalue de 7 %. C'est l'erreur la plus coûteuse du chapitre, et elle est systématique.
- *Chiffrer une erreur de superficie au prix moyen.* L'effet d'une erreur de superficie sur la valeur est le prix *marginal*, $\beta V/S$, non le prix moyen V/S ; le calcul au prix moyen exagère l'effet d'un facteur $1/\beta$, près de deux pour les maisons.
- *Compter le sous-sol fini dans la superficie habitable sans le dire*, ou comparer une fiche qui le compte à une fiche qui ne le compte pas.

- *Additionner les pièces d'un relevé d'intérieur et appeler le résultat « superficie habitable »* : c'est une superficie nette, inférieure de plusieurs pour cent.
- *Reporter la superficie d'un certificat de localisation ancien ou des plans de construction* sans vérifier les agrandissements et les finitions postérieurs.
- *Convertir deux fois, ou arrondir les cotes avant de convertir* : deux pour cent d'écart peuvent naître d'un « 26 par 40 pieds » approximatif.
- *Négliger la mesure du sujet au profit de celle des comparables* : dans une grille de cinq comparables, le sujet porte les cinq sixièmes de la variance due aux erreurs de mesure.
- *Estimer un modèle hédonique sur des superficies de provenances mêlées* : le coefficient de la superficie est atténué, les petites maisons sont surévaluées et les grandes sous-évaluées.

Limites et mises en garde

- Les définitions du MEFQ sont citées d'après la partie 2C du Manuel, dont les pages de normes de mesurage consultées portent un pied de page « 2022 » dans le PDF de l'édition 2026 ; le traitement détaillé des garages attachés, des vérandas et des annexes partiellement chauffées n'a pas été dépouillé et le chapitre ne s'y prononce pas.
- Les usages du courtage en matière de superficie sont décrits comme des usages, non comme une norme : aucune règle publique de mesurage propre au courtage n'a été vérifiée, et les formulaires obligatoires consultés ne portent pas sur les dimensions.
- La norme ANSI Z765-2021 est décrite d'après une copie diffusée par un service d'inscriptions immobilières, non d'après le document de l'éditeur ; son statut est partiellement vérifié et elle n'est pas citée comme référence bibliographique. Les exigences des agences hypothécaires américaines à son égard, relayées par des sources secondaires, ne sont pas reprises.
- Les équivalences de l'arpent et du pied français proviennent de sources secondaires ; devant un titre ancien, seule la contenance du plan cadastral ou du certificat de localisation fait foi.
- Le plan coté du sujet est une reconstitution pédagogique ; l'épaisseur des murs, le tracé des cloisons, la trémie et l'implantation sont des hypothèses, et la coïncidence de la superficie habitable calculée avec les 165 m² du dossier résulte de ces choix. Le garage attaché n'apparaît pas comme poste distinct du devis du chapitre 21.
- La propagation d'erreur repose sur le modèle hédonique synthétique du cas 1 ; l'élasticité de 0,539 est une propriété du jeu de données généré et ne doit pas être transposée à un marché réel sans estimation. La variance combinée de l'équation (12.11) suppose des erreurs indépendantes et des poids égaux ; des erreurs corrélées entre comparables, par exemple une même source de superficies, ne se compensent pas.
- Aucun chiffre de précision n'est donné pour la photogrammétrie et le lidar, faute de source publique vérifiée pour le contexte québécois.

À retenir

- Une superficie n'est une donnée que si sa convention et sa source sont connues : aire au sol et aire des étages du MEFQ (face externe, étage si le plancher est à moins de 0,4 m sous le sol), superficie habitable (face interne, hors sol, hors trémies), superficie nette (cloisons déduites), superficie habitable avec sous-sol fini.
- Les conversions sont exactes par définition, $1\,\text{pi}^2 = 0{,}092\,903\,04\,\text{m}^2$ et $1\,\text{m}^2 = 10{,}763\,9\,\text{pi}^2$; les erreurs viennent des arrondis de cotes et des doubles conversions, non du facteur.
- Le MEFQ est la seule norme de mesurage obligatoire, et seulement pour le rôle ; le courtage n'applique pas de norme publique vérifiée ; la norme américaine ANSI Z765 montre ce qu'une convention complète doit trancher : sous-sol, garage, hauteur, trémies.
- Le certificat de localisation, acte exclusif de l'arpenteur-géomètre régi par une norme de pratique, fournit la contenance du lot et les dimensions hors tout des bâtiments ; le plan cadastral présumé exact est la référence légale de la contenance ; aucun de ces documents ne donne la superficie habitable.
- L'effet d'une erreur de superficie sur la valeur est $\sigma_V \approx \beta V \sigma_S / S$: avec $\beta = 0{,}539$, une erreur de 5 % sur le sujet du cas 1 déplace la valeur d'environ 17 000 $ (2,7 %), soit la moitié de ce que donnerait le prix moyen ; un mélange de conventions brute/habitable la déplace de 50 000 $ (8 %).
- Dans une grille, l'erreur sur le sujet domine (cinq sixièmes de la variance pour cinq comparables) ; dans une base de ventes, l'erreur de mesure atténue le coefficient de la superficie d'un facteur $\lambda = \sigma_{\tilde{e}}^2 / (\sigma_{\tilde{e}}^2 + \sigma_u^2)$ et aplatit le gradient prix-taille.
- Photogrammétrie, lidar et données du rôle fournissent des aires brutes extérieures à grande échelle, utiles comme contrôle et comme instrument, jamais comme mesure de référence du sujet sans cotes de contrôle au sol.

Exercices

Exercice 12.1 — Conversions et aires brutes ★

Un bungalow mesure 28 pieds sur 42 pieds hors tout, avec un étage hors sol et un sous-sol dont le plancher est à 1,5 mètre sous le niveau moyen du sol. Calculez l'aire au sol et le périmètre au sol en pieds puis en mètres, l'aire des étages au sens du MEFQ, et la superficie en mètres carrés d'un cottage de mêmes dimensions à deux étages. Expliquez pourquoi le sous-sol n'entre pas dans l'aire des étages et ce qui changerait si le plancher du sous-sol était à 0,3 mètre sous le sol.

Exercice 12.2 — Classer les espaces ★

Pour chacun des espaces suivants, indiquez s'il est compris dans l'aire des étages du MEFQ, dans la superficie habitable au sens de l'ouvrage et dans l'aire finie hors sol

de la norme ANSI Z765 : (a) un garage intégré au rez-de-chaussée ; (b) un sous-sol fini dont le plancher est à 1,2 mètre sous le sol ; (c) une véranda trois saisons non chauffée ; (d) une chambre mansardée dont la moitié de la surface a 2,2 mètres de hauteur et dont une bande de 1,2 mètre de hauteur borde le mur ; (e) la trémie d'un escalier ouvert ; (f) une mezzanine ouverte sur le salon. Justifiez chaque réponse par la règle applicable.

Exercice 12.3 — De l'aire brute à la superficie habitable ★★

Un cottage à deux étages mesure 11,00 sur 9,00 mètres hors tout ; ses murs extérieurs ont 0,30 mètre d'épaisseur et la trémie de l'escalier mesure 3,2 m². Calculez l'aire brute et le périmètre d'un niveau, l'aire intérieure d'un niveau par l'équation (12.2) en vérifiant le résultat par le calcul direct, puis la superficie habitable des deux niveaux. Quel est le rapport entre l'aire des étages et la superficie habitable ? Comparez-le à celui du sujet du cas 1 et expliquez la différence par la forme et l'épaisseur des murs.

Exercice 12.4 — Propagation d'une erreur de mesure ★★

Une maison est évaluée à 520 000 $ pour une superficie habitable de 140 m², dans un marché où l'élasticité de la valeur par rapport à la superficie est de 0,55. La superficie a été mesurée avec une incertitude de 3 %. Calculez le prix marginal du mètre carré, l'écart-type induit sur la valeur par la proposition 12.1, l'effet exact d'une erreur de +3 % et de −3 %, et l'erreur qu'aurait donnée un calcul au prix moyen. Commentez l'écart entre les deux derniers résultats.

Exercice 12.5 — Mélange de conventions dans une grille ★★★

Un évaluateur retient comme superficie du sujet l'aire des étages du rôle, 205 m², alors que la superficie habitable du sujet est de 178 m² et que les superficies de ses comparables sont des superficies habitables. Avec l'élasticité du cas 1 ($\beta = 0{,}539$), calculez le biais relatif de l'indication par l'équation (12.9). Pour un comparable vendu 560 000 $ avec 172 m² habitables, calculez l'ajustement de superficie correct par l'équation (12.10) et celui qui résulte de l'erreur, puis l'écart entre les deux. Rédigez en 150 mots la note de dossier qui documente la correction et la convention retenue pour chaque superficie de la grille.

Exercice 12.6 — Atténuation et correction ★★★

Dans la base de ventes du cas 1, la variance de la partie du logarithme de la superficie non expliquée par les autres régresseurs est $\sigma_{\varepsilon}^2 = 0{,}0609$. On apprend que les superficies proviennent de fiches de courtage dont l'erreur de mesure a un écart-type de 8 % en logarithme. Calculez le facteur d'atténuation λ de l'équation (12.12) et le

coefficient que l'on s'attend à estimer si le vrai coefficient est 0,539. À l'aide du script `analysis/python/cases/ch12_mesurage.py`, vérifiez ce résultat par simulation, puis proposez et justifiez deux stratégies de correction (seconde mesure, instrument tiré du rôle), en précisant les hypothèses que chacune requiert et leurs conséquences pour les ajustements de superficie du chapitre 17.

Pour aller plus loin

Sur la place de la superficie dans les modèles de prix et les conséquences de sa mesure, les recensions de Sirmans et al. (2005) et de Khoshnoud et al. (2023) sont le point de départ ; Malpezzi (2003) discute le choix et la mesure des variables de taille, et Rosen (1974) fournit le cadre théorique qui exige l'homogénéité des caractéristiques. Krause et Lipscomb (2016) offrent un guide pratique de préparation des données immobilières où les unités, les doublons et les conversions occupent une place centrale ; leur lecture prépare le chapitre 14. Le traitement des erreurs sur les variables et du biais d'atténuation est exposé par Wooldridge (2010) ; Griliches (1971) en avait déjà mesuré les effets dans les premiers indices hédoniques. Pour l'évaluation de masse, la norme de l'IAAO (International Association of Assessing Officers 2025) et le manuel de Gloudemans et Almy (2011) insistent sur la qualité des données descriptives, superficies en tête, et le manuel historique de Gloudemans (1999) en détaille les contrôles. Les définitions professionnelles nord-américaines se trouvent chez Appraisal Institute (2026) et dans le glossaire Appraisal Institute (2022) ; la terminologie québécoise est celle de Achour (1992). Enfin, la partie 2C du Manuel d'évaluation foncière du Québec (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* 2026) reste la référence obligée pour les conventions du rôle, et la norme de pratique relative au certificat de localisation, mentionnée dans l'encadré de la section 12.4, pour la lecture des certificats.

CHAPITRE 13

13

Transactions, inscriptions, loyers et coûts

Aucune des méthodes exposées dans cet ouvrage ne vaut mieux que les données qui l'alimentent. Un comparable mal daté, un loyer d'annonce pris pour un loyer payé, un indice de prix confondu avec un indice de coût ou une vente entre parents traitée comme une vente sincère suffisent à fausser une conclusion de valeur, quelle que soit la sophistication du modèle qui la produit. Le présent chapitre dresse l'inventaire raisonné des sources de données dont dispose l'évaluateur au Québec en 2026, en distinguant systématiquement la donnée officielle, produite par un organisme public dans l'exercice d'une mission légale, de la donnée d'industrie, produite par des acteurs du marché pour leurs propres besoins et diffusée à leurs conditions. Il explique ce que chaque source contient, ce qu'elle ne contient pas, à quel prix et sous quelle licence on y accède, puis il détaille les pièges propres aux quatre grandes familles de données que l'évaluateur combine dans chaque dossier : les transactions, les inscriptions au registre foncier et au rôle, les loyers et les coûts de construction. Il se termine par la description d'une chaîne de données reproductible, depuis l'acquisition jusqu'à la base d'évaluation, et par un exemple intégral qui lit, par script, des fichiers réels déposés dans le dépôt de l'ouvrage. Le chapitre 14 prolonge ce travail par le nettoyage, le géocodage et la mesure de la qualité ; le chapitre 15 exploite la base ainsi constituée pour l'étude de marché.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- dresser l'inventaire des sources de données immobilières disponibles au Québec, en classant chacune selon sa nature (officielle ou d'industrie), son contenu, sa couverture, sa périodicité, son mode d'accès, sa licence et son coût ;
- lire un acte de vente, une fiche de courtage et une inscription au rôle d'évaluation comme des enregistrements de données, en identifiant les champs qui informent sur la valeur et ceux qui la brouillent ;
- reconnaître et traiter les transactions non représentatives (ventes liées, successions, reprises de finance, ventes de promoteur, meubles inclus, prix déclaré) et corriger la

date d'une vente ;
- interpréter les données de loyers de la Société canadienne d'hypothèques et de logement et du Tribunal administratif du logement en connaissant leur univers, leur méthode et leurs limites ;
- distinguer un indice de coût de construction d'un indice de prix et d'un indice des prix à la consommation, et lire le fichier brut d'un tableau de Statistique Canada ;
- concevoir une base d'évaluation documentée : schéma de la chaîne de données, clés d'appariement, journal des exclusions, métadonnées de licence et de date.

13.1 Panorama des sources de données au Québec

13.1.1 Trois familles de sources

Les données qu'utilise l'évaluateur résidentiel québécois proviennent de trois familles d'institutions dont les logiques diffèrent, et cette différence d'origine explique la plupart des écarts qu'on observe entre elles. La première famille est celle des **registres administratifs** : le registre foncier, tenu par l'Officier de la publicité foncière en vertu du Code civil du Québec, le rôle d'évaluation foncière, dressé par les organismes municipaux responsables de l'évaluation en vertu de la Loi sur la fiscalité municipale, et les registres de permis des municipalités. Ces registres n'ont pas été conçus pour l'analyse du marché ; ils existent pour rendre les droits opposables aux tiers, pour asseoir la taxation ou pour contrôler la construction. Leur exhaustivité est leur grande qualité, puisque toute vente d'immeuble qui veut être opposable aux tiers doit être publiée (Québec 1991, art. 2934 et 2941) et que toute unité d'évaluation doit figurer au rôle (Québec 1979b, art. 42) ; leur limite est que les champs qu'ils contiennent sont ceux que la loi prescrit, ni plus ni moins, et que la vérification de leur contenu obéit à des finalités juridiques et fiscales, non à celles de l'analyste.

La deuxième famille est celle des **enquêtes et statistiques officielles** : Statistique Canada, la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), la Banque du Canada, l'Institut de la statistique du Québec et, pour les loyers, le Tribunal administratif du logement (TAL). Ces organismes produisent des agrégats, des indices et des taux selon des méthodologies publiées, avec des indicateurs de qualité et des calendriers de diffusion connus. Leur force est la rigueur méthodologique et la stabilité des définitions ; leur limite, du point de vue de l'évaluateur, est qu'ils décrivent des marchés et non des immeubles : on y trouve le loyer moyen d'une zone, pas le loyer d'un logement, l'indice des prix de la construction d'une région métropolitaine, pas le coût d'un bâtiment.

La troisième famille est celle des **données d'industrie** : les statistiques de ventes de l'Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (APCIQ) tirées du système Centris, les compilations du registre foncier commercialisées par JLR, l'indice Teranet–Banque Nationale, les taux de capitalisation publiés par les firmes de courtage commercial, les guides de coûts de construction et les enquêtes des assureurs. Ces données sont souvent les plus proches de ce dont l'évaluateur a besoin, parce qu'elles ont été construites par des praticiens pour des praticiens, mais elles sont produites à des fins commerciales, selon des méthodes qui ne sont pas toujours documentées, sur des univers qui ne couvrent pas tout le marché, et elles sont protégées par le droit d'auteur et des conditions d'utilisation qu'il faut respecter.

Définition 13.1 : Donnée officielle et donnée d'industrie

Une *donnée officielle* est produite par un organisme public ou parapublic dans l'exercice d'une mission prévue par la loi (registre, rôle, enquête statistique, décision réglementaire), selon une méthodologie publiée, et diffusée sous une licence qui en autorise la réutilisation avec attribution. Une *donnée d'industrie* est produite par un acteur privé du marché à partir de ses propres opérations ou de compilations de sources publiques, selon une méthodologie qui lui appartient, et diffusée à ses conditions. La distinction ne préjuge pas de la qualité : elle détermine ce que l'évaluateur peut savoir de la méthode, ce qu'il peut reproduire, ce qu'il a le droit de citer et ce qu'il doit attribuer.

Le tableau 13.1 dresse l'inventaire des sources effectivement vérifiées pour cet ouvrage ; le tableau 13.2 en donne les conditions d'accès, la licence, le coût et l'adresse consultée. Les deux tableaux se lisent ensemble. La colonne « type » applique la distinction de la définition 13.1 : [O] pour une donnée officielle, [I] pour une donnée d'industrie. Toutes les adresses ont été consultées le 31 octobre 2026 ; la date figure parce qu'une adresse ou une licence peut changer et qu'un rapport d'évaluation doit permettre au lecteur de retrouver ce que l'évaluateur a vu.

Tableau 13.1. Inventaire des sources de données utiles à l'évaluation résidentielle et multirésidentielle au Québec : contenu, couverture et périodicité (état au 31 octobre 2026)

Source (organisme)	Contenu et couverture	Périodicité	Type
Registres administratifs			
Registre foncier du Québec (ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Officier de la publicité foncière)	Actes publiés (ventes, hypothèques, servitudes, avis), index des immeubles par lot, plans cadastraux ; tout le Québec ; registre public	Continu (inscriptions quotidiennes)	[O]
Rôle d'évaluation foncière en format ouvert (MAMH, Données Québec)	1 140 fichiers XML annoncés (un par municipalité ; 1 134 lignes dans l'index 2026), unités d'évaluation : adresse, utilisation (CUBF), terrain, année, aire d'étages, logements, valeurs terrain/bâtiment/immeuble, date de référence ; noms, adresses postales et cadastre caviardés	Annuelle (rôles au 1er janvier) ; index trimestriel	[O]
Unités d'évaluation foncière (Ville de Montréal, données ouvertes)	Agglomération de Montréal : unités, CUBF, logements, année de construction, superficies terrain et bâtiment, matricule ; découpage sans valeur légale	Hebdomadaire	[O]
Permis de construction, transformation et démolition (Villes de Montréal et de Québec)	Permis délivrés, nature des travaux, coûts déclarés (sans valeur légale à Montréal) ; Lachine et Saint-Léonard temporairement absents du jeu montréalais	Hebdomadaire (Montréal) ; mise à jour du 25 octobre 2026 (Québec)	[O]
Richesse foncière uniformisée et profil financier des municipalités (MAMH)	Évaluation uniformisée par catégorie d'immeubles et facteur comparatif pour les 1 132 municipalités locales ; finances municipales	Annuelle	[O]

Tableau 13.1. Inventaire des sources (suite)

Source (organisme)	Contenu et couverture	Périodicité	Type
Manuel d'évaluation foncière du Québec (MAMH), édition 2026	Méthodes, fichiers permanents (mutations 2A, dossiers de propriété 2C, unités de voisinage 2D), normes de mesurage, barèmes de coûts 3E ; applicable aux rôles entrant en vigueur le 1er janvier 2027	Annuelle	[O]
Enquêtes et statistiques officielles			
SCHL, Enquête sur les logements locatifs (Rapport sur le marché locatif)	Appartements d'initiative privée dans les immeubles de trois logements et plus : univers, taux d'inoccupation, loyers moyens, variation estimative, rotation, par RMR, zone, taille de logement, taille d'immeuble, année de construction ; copropriétés locatives ; six RMR du Québec	Annuelle (enquête d'octobre, publication en décembre)	[O]
Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01 (IPCB)	Indices des prix de la construction de bâtiments, 2023 = 100, 25 géographies (dont Montréal et, depuis 2023, Québec), 16 types d'immeubles, 24 divisions ; remplace le tableau 18-10-0276-01 (archivé)	Trimestrielle	[O]
Statistique Canada, tableau 18-10-0205-01 (IPLN)	Indice des prix des logements neufs, décembre 2016 = 100, maison seulement, terrain seulement, total ; Montréal, Québec, Sherbrooke, Trois-Rivières, Ottawa-Gatineau (partie Québec), province	Mensuelle	[O]
Statistique Canada, tableau 18-10-0004-01 (IPC)	Indice des prix à la consommation, 2002 = 100, ensemble et composantes (dont « loyer »), Québec, Montréal, Canada	Mensuelle	[O]
Statistique Canada, tableaux 34-10-0135-01 et 34-10-0143-01 (mises en chantier, données SCHL)	Logements mis en chantier, en construction et achevés ; province, RMR de Montréal, centres de 10 000 habitants et plus	Trimestrielle et mensuelle	[O]
Statistique Canada, Recensement de 2021 (tableaux 98-10-0240-01 et 98-10-0231-01) et 17-10-0148-01	Ménages selon le type de construction et le mode d'occupation ; population des RMR au 1er juillet	Quinquennale ; annuelle	[O]
Banque du Canada (API Valet)	Taux cible du financement à un jour, rendements des obligations de référence, taux hypothécaires affichés et taux effectifs des fonds avancés	Quotidienne, hebdomadaire, mensuelle	[O]
Tribunal administratif du logement	Pourcentages applicables aux critères de fixation de loyer, formulaire RN, résumés de décisions ; aucune base de loyers individuels diffusée	Annuelle (janvier)	[O]
Données d'industrie			

Tableau 13.1. Inventaire des sources (suite)

Source (organisme)	Contenu et couverture	Périodicité	Type
APCIQ, statistiques Centris (communiqués, Baromètres FSMI)	Ventes conclues par courtier : nombre de ventes, inscriptions en vigueur, prix médians par catégorie (unifamiliale, copropriété, plex de 2 à 5 logements), délais de vente ; province, RMR et secteurs	Mensuelle (brève) et trimestrielle (baromètres)	[I]
JLR (Equifax), Rapport mensuel sur le marché immobilier	Compilation des actes publiés au registre foncier : nombre de ventes et prix médians par type, RMR et région administrative ; seuil de 30 transactions ; exclusions documentées ; données détaillées par abonnement	Mensuelle	[I]
Indice Teranet–Banque Nationale	Indice de prix par ventes répétées, juin 2005 = 100, 11 RMR dont Montréal et Québec	Mensuelle	[I]
CBRE, *Canadian Cap Rates & Investment Insights*	Fourchettes de taux de capitalisation par classe d'actifs et par marché ; Montréal et Québec pour le multirésidentiel	Trimestrielle	[I]
Altus Group, *Canadian Cost Guide* ; Marshall & Swift ; RSMeans	Coûts de construction unitaires par type de bâtiment et par ville ; multiplicateurs locaux et temporels ; tableaux réservés aux abonnés	Annuelle	[I]
Bureau d'assurance du Canada (Infoassurance)	Prime moyenne d'assurance habitation au Québec	Annuelle	[I]

Tableau 13.2. Accès, licence, coût et adresse consultée pour les sources du tableau 13.1 (consultation du 31 octobre 2026)

Source	Accès et coût	Licence	Adresse consultée
Registre foncier	Consultation en ligne avec compte client ; 1 $ par document consulté (index des immeubles, acte, plan) ; état certifié 16 $ plus 16 $ par réquisition ; copie non certifiée 26 $; grille en vigueur à compter du 1er avril 2025	Registre public ; documents consultables, usage dans le cadre du mandat	https://www.quebec.ca/habitation-et-logement/information-fonciere/registre-foncier/utilisation-possible
Rôles d'évaluation (MAMH)	Téléchargement libre (archive complète de plusieurs Go, géopackage, FGDB, fichiers XML par municipalité) ; gratuit	Creative Commons Attribution 4.0 ; interdiction de réidentifier les renseignements caviardés	https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/roles-d-evaluation-fonciere-du-quebec

Tableau 13.2. Accès, licence, coût et adresse (suite)

Source	Accès et coût	Licence	Adresse consultée
Unités d'évaluation et permis (Montréal)	CSV, GeoJSON, SHP ; gratuit	Licence ouverte de la Ville (CC BY 4.0)	https://donnees.montreal.ca/dataset/unites-evaluation-fonciere ; https://donnees.montreal.ca/dataset/permis-construction
Permis (Québec)	CSV, GeoJSON, SHP ; gratuit	CC BY 4.0 (Données Québec)	https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/permis-delivres-ville-de-quebec
RFU et profil financier (MAMH)	CSV avec dictionnaire des postes ; gratuit	CC BY 4.0	https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/richesse-fonciere-uniformisee
MEFQ 2026	PDF librement téléchargeables (cinq parties) ; gratuit	Droit d'auteur du gouvernement du Québec, sans licence ouverte : citer et renvoyer, ne pas reproduire les barèmes	https://www.quebec.ca/habitation-territoire/information-fonciere/evaluation-fonciere/manuel/consulter
SCHL, Enquête sur les logements locatifs	Tableaux Excel par RMR et portail de données ; gratuit	Conditions d'utilisation de la SCHL : reproduction non commerciale et éducative avec attribution ; ce n'est pas une licence ouverte	https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/professionnels/marche-du-logement-donnees-et-recherche/marches-de-lhabitation/rapports-sur-le-marche-locatif
Statistique Canada	CSV complets (archive zip) et service Web WDS ; gratuit	Licence ouverte de Statistique Canada : réutilisation et redistribution libres avec la mention « Source : Statistique Canada, tableau … »	https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1810028901 (et tableaux cités)
Banque du Canada	API Valet (CSV, JSON) ; gratuit	Conditions d'utilisation : reproduction non commerciale et éducative avec la mention « Source : Banque du Canada »	https://www.bankofcanada.ca/valet/
TAL	Pages Web et formulaires PDF ; gratuit	Documents publics	https://www.tal.gouv.qc.ca/fr/reconduction-du-bail-et-fixation-de-loyer/pourcentages-applicables-aux-criteres-de-fixation-de-loyer

Tableau 13.2. Accès, licence, coût et adresse (suite)

Source	Accès et coût	Licence	Adresse consultée
APCIQ / Centris	Communiqués et baromètres PDF gratuits ; données détaillées réservées aux courtiers et partenaires	Conditions d'utilisation de l'APCIQ : attribution obligatoire (« Source : APCIQ par le système Centris »), usage commercial interdit sans consentement écrit	https://apciq.ca/en/terms-of-use/
JLR	Rapport mensuel PDF gratuit ; données détaillées par abonnement (modalités non vérifiées)	Droit d'auteur ; citation « Source : JLR.ca »	https://solutions.jlr.ca/hubfs/Etudes_et_rapports/2026-09_Rapport_Mensuel.pdf
Teranet–Banque Nationale	Communiqué mensuel PDF gratuit (adresse réutilisée chaque mois) ; séries téléchargeables (conditions non lues : certificat de sécurité invalide le jour de la consultation)	Droit d'auteur	https://www.nbc.ca/content/dam/bnc/taux-analyses/analyse-eco/logement/economic-news-teranet.pdf
CBRE	Rapport PDF sur inscription ; gratuit	Droit d'auteur ; valeurs ponctuelles citées avec attribution	https://www.cbre.ca/insights/reports/canada-cap-rates-investment-insights-q3-2026
Altus, Marshall & Swift, RSMeans	Abonnement ou achat ; tableaux protégés	Droit d'auteur ; aucune reproduction sans licence	https://www.altusgroup.com/featured-insights/canadian-cost-guide/

13.1.2 Les registres : registre foncier, rôle d'évaluation, permis

Le **registre foncier** est la source première de toute donnée de transaction au Québec. La publicité des droits s'y opère par l'inscription des actes sur le registre tenu par l'Officier de la publicité foncière, et un droit inscrit est présumé connu de celui qui acquiert (Québec 1991, art. 2934, 2941 et 2943). Le registre comprend, pour chaque circonscription foncière, un index des immeubles composé d'autant de fiches qu'il y a d'immeubles immatriculés (Québec 1991, art. 2969–2972.1) ; le contenu de la fiche immobilière est fixé par le Règlement sur la publicité foncière (Québec 1993b, art. 4–5). Pour l'évaluateur, la fiche d'un lot énumère la chaîne des actes qui l'ont visé (ventes, hypothèques, radiations, servitudes, avis de contamination, préavis d'exercice d'un droit hypothécaire), avec la nature de l'acte, sa date d'inscription, les parties et, pour les ventes, la contrepartie déclarée. L'acte lui-même, consultable en ligne, donne la désignation cadastrale, le prix, les modalités de paiement, les déclarations des parties exigées aux fins des droits sur les mutations immobilières, la garantie consentie et les meubles inclus. Le registre est public ; sa consultation exige un compte client et se paie

à l'unité, selon la grille tarifaire décrite dans l'encadré ci-dessous. Il faut savoir ce que le registre ne contient pas : ni la date de la promesse d'achat, ni les conditions de la mise en marché, ni l'état physique de l'immeuble, ni, en général, la répartition du prix entre terrain et bâtiment.

Le **rôle d'évaluation foncière** est la seconde source de masse. Chaque unité d'évaluation y figure avec sa valeur réelle, établie selon les conditions du marché au 1er juillet du deuxième exercice précédant l'entrée en vigueur du rôle (Québec 1979b, art. 42 et 46), et avec les renseignements prescrits par le Règlement sur le rôle d'évaluation foncière, qui renvoie lui-même au Manuel d'évaluation foncière du Québec (Québec 1994, art. 1–2). Depuis que ce règlement autorise le ministre à diffuser le rôle « en format ouvert » sans les noms et adresses des propriétaires (Québec 1994, art. 20), le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation publie sur Données Québec l'ensemble des rôles municipaux sous licence Creative Commons Attribution 4.0 (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a). Le jeu annonce 1 140 fichiers XML, un par municipalité ; l'index de 2026 déposé dans le dépôt de l'ouvrage en compte 1 134, l'écart tenant vraisemblablement aux territoires non organisés et aux regroupements, et la structure des fichiers est décrite dans le Répertoire des renseignements prescrits, version 2.5 (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2022a), dont l'exemple intégral de la section 13.7 donne la lecture. Les champs disponibles pour chaque unité comprennent l'adresse, le code d'utilisation prédominante, le numéro d'unité de voisinage, la superficie du terrain, l'année de construction et son caractère réel ou estimé, l'aire d'étages du bâtiment principal, le nombre de logements, la date à laquelle les conditions du marché ont été considérées, les valeurs du terrain, du bâtiment et de l'immeuble au rôle en vigueur et la valeur au rôle antérieur. Les renseignements concernant les cadastres, les noms des propriétaires et leurs adresses postales sont caviardés, et la licence interdit expressément de réidentifier les renseignements personnels ainsi retirés. Pour l'évaluateur, le rôle est à la fois une source de caractéristiques physiques homogènes sur tout le territoire et une source de valeurs dont il faut toujours rappeler qu'elles sont fiscales, datées et établies pour l'équité d'ensemble plutôt que pour la justesse individuelle (chapitre 9).

Les municipalités complètent ces registres par leurs propres jeux ouverts. La Ville de Montréal publie chaque semaine ses unités d'évaluation foncière, avec le code d'utilisation, le nombre de logements, l'année de construction et les superficies de terrain et de bâtiment, dans un découpage sans valeur légale (Ville de Montréal 2026g), ainsi que les permis de construction, de transformation et de démolition, dont les coûts déclarés sont expressément donnés sans valeur légale (Ville de Montréal 2026d) ; la Ville de Québec publie les permis délivrés et son zonage (Ville de Québec 2026b). Ni Québec ni Gatineau ne publient de jeu « rôle » propre : leurs rôles passent par le jeu du ministère. Les permis sont une source précieuse pour dater les travaux qui expliquent l'état d'un comparable, mais le coût qui y est déclaré est celui qu'a indiqué le requérant au moment de la demande, non un coût réel constaté ; il ne peut servir qu'à titre indicatif et jamais comme donnée de coût de la méthode du coût (chapitres 21 et 23).

Consulter le registre foncier : contenu, limites et tarifs

Le registre foncier du Québec est un registre public, et la page gouvernementale qui en décrit l'utilisation rappelle que « la lecture de l'Index des immeubles n'est pas toujours

suffisante » pour connaître l'état des droits sur un immeuble (Gouvernement du Québec 2026p) : l'index renvoie aux actes, et c'est l'acte qui porte le prix, les conditions et la garantie. Les montants de base des droits de publicité foncière sont fixés à l'annexe I de la Loi sur les bureaux de la publicité des droits (Québec 1964b, art. 7.2 et annexe I) et indexés ; la grille tarifaire en vigueur à compter du 1er avril 2025, publiée sous l'intitulé « janvier 2026 », prévoit une consultation à 1 $ par document (index des immeubles, acte ou plan cadastral), une inscription à 142 $, une radiation à 162 $, un état certifié à 16 $ plus 16 $ par réquisition, une copie non certifiée à 26 $ et une copie certifiée à 42 $ (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026c). Aucune grille postérieure au 1er avril 2025 n'a été trouvée au moment de la rédaction ; l'évaluateur vérifie le tarif courant avant de budgéter une collecte. Pour vingt-cinq comparables candidats, la lecture de l'index et de l'acte de chacun coûte ainsi une cinquantaine de dollars, ce qui est dérisoire au regard du coût d'une erreur de comparable ; la contrainte réelle est le temps de lecture et d'extraction, que l'exemple de la section 13.7 et le chapitre 14 cherchent à réduire par l'automatisation de tout ce qui peut l'être.

13.1.3 Les données du courtage et leurs dérivés

Le système Centris, exploité par l'APCIQ, enregistre les inscriptions et les ventes conclues par l'intermédiaire d'un courtier immobilier. Ses statistiques trimestrielles donnent, pour la province, chaque région métropolitaine et chaque secteur, le nombre de ventes, le nombre d'inscriptions en vigueur, les prix médians par catégorie de propriété et les délais de vente : au troisième trimestre de 2026, 20 935 ventes résidentielles dans la province, en baisse de 7 % sur un an, 42 408 inscriptions en vigueur, en hausse de 20 %, et des prix médians de 500 000 $ pour l'unifamiliale, 400 000 $ pour la copropriété et 699 000 $ pour les plex de deux à cinq logements (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e). La richesse de ces données tient à ce qu'elles proviennent de la fiche de courtage : date d'inscription, prix demandé et ses révisions, date d'acceptation de la promesse d'achat, inclusions et exclusions, description physique, photographies. C'est la seule source qui connaisse la date à laquelle le prix a été convenu, et la seule qui documente la mise en marché. Sa limite est double. Elle ne couvre que les ventes conclues par courtier, de sorte que ses médianes décrivent le marché du courtage et non l'ensemble des transferts ; et l'accès aux données détaillées est réservé aux courtiers et à leurs partenaires, le public n'ayant accès qu'aux agrégats, dont la reproduction est soumise aux conditions d'utilisation de l'association (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026f).

JLR, filiale d'Equifax, compile pour sa part les actes publiés au registre foncier et en tire un rapport mensuel gratuit et des données détaillées par abonnement. Sa méthodologie, telle que documentée dans le rapport, retient les transactions du registre foncier, exige un seuil de trente transactions pour publier une médiane et exclut les ventes de moins de 5 000 $, les ventes liées, les reprises de finance, les ventes de parts indivises et les ventes multiples (JLR 2026a). En septembre 2026, les médianes provinciales sur douze mois s'établissaient à 483 000 $ pour l'unifamiliale et à 622 000 $ pour les immeubles de deux à cinq logements, en hausse de 7 et 9 % respectivement ; en août 2026, pour la partie québécoise de la RMR d'Ottawa-Gatineau, la médiane mensuelle de l'unifamiliale était de 522 741 $, la médiane sur douze mois de 495 000 $ et le ratio du prix de vente à l'évaluation municipale de 111 %

(JLR 2026b). Ces chiffres diffèrent de ceux de l'APCIQ pour les mêmes territoires et les mêmes périodes, et la différence n'est pas une erreur : les univers ne sont pas les mêmes, l'un couvrant toutes les ventes publiées après exclusions, l'autre les seules ventes par courtier, et les dates ne sont pas les mêmes, l'un datant à l'acte publié, l'autre à l'acceptation de la promesse. L'évaluateur qui cite l'une ou l'autre doit dire laquelle et pourquoi.

L'indice Teranet–Banque Nationale, enfin, est un indice de prix par ventes répétées calculé mensuellement pour onze régions métropolitaines canadiennes, base juin 2005 = 100, à partir des mutations enregistrées ; en septembre 2026, l'indice composite s'établissait à 294,94, en recul de 3,5 % sur un an, celui de Montréal à 310,62, en hausse de 1,4 %, et celui de Québec à 327,56, en hausse de 7,7 % (King 2026). La méthode des ventes répétées, due à Bailey et al. (1963) et popularisée par Case et Shiller (1987), est exposée au chapitre 35 ; on retiendra ici qu'elle n'utilise que les immeubles vendus au moins deux fois, ce qui en fait un indice de qualité constante mais sur un sous-échantillon particulier du parc, et que les indices de ce type sont révisés à mesure que de nouvelles paires de ventes s'ajoutent, comme Silverstein (2014) l'a documenté pour les indices américains.

13.1.4 Les statistiques officielles : Statistique Canada, SCHL, Banque du Canada, TAL

Statistique Canada ne publie aucun tableau de prix de vente des propriétés résidentielles au Québec : les prix de transaction y sont d'industrie, et c'est la première chose à savoir pour ne pas chercher ce qui n'existe pas. L'organisme publie en revanche les trois indices dont l'évaluateur a besoin pour transporter des montants dans le temps et qu'il ne doit jamais confondre : l'Indice des prix des logements neufs (IPLN, tableau 18-10-0205-01), qui mesure le prix de vente des maisons neuves des constructeurs, terrain compris ou non (Statistique Canada 2026d) ; l'Indice des prix de la construction de bâtiments (IPCB, tableau 18-10-0289-01), qui mesure le prix facturé par les entrepreneurs pour construire des bâtiments types (Statistique Canada 2026e) ; et l'Indice des prix à la consommation (IPC, tableau 18-10-0004-01), dont la composante « loyer » intéresse directement l'analyse locative (Statistique Canada 2026b). La section 13.5 en détaille la structure. L'organisme diffuse aussi, pour le compte de la SCHL, les mises en chantier (Statistique Canada 2026f), les estimations de population des régions métropolitaines (Statistique Canada 2026a) et les tableaux du recensement de 2021 sur le type de construction et le mode d'occupation (Statistique Canada 2022d) : au Québec, 3 749 035 ménages privés, dont 59,9 % de propriétaires, contre 66,5 % au Canada. Tous ces tableaux sont diffusés sous la Licence ouverte de Statistique Canada, qui autorise la réutilisation et la redistribution avec mention de la source, et sont accessibles en téléchargement complet ou par le service Web WDS, ce qui permet de les intégrer à une chaîne de données reproductible.

La SCHL est la seule source d'ampleur sur les loyers payés et l'inoccupation. Son Enquête sur les logements locatifs, menée chaque mois d'octobre et publiée en décembre, couvre les appartements d'initiative privée dans les immeubles de trois logements et plus, par région métropolitaine, par zone, par taille de logement, par taille d'immeuble et par année de construction, et publie des tableaux distincts pour les copropriétés offertes en location (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). La section 13.4 en explique la méthode et les indicateurs de qualité. Ses tableaux sont publics mais diffusés sous les conditions d'utilisation de la société, qui autorisent la reproduction non commerciale et éducative avec attribution ;

ce n'est pas une licence ouverte, et l'ouvrage, comme tout rapport, cite les chiffres sans redistribuer les fichiers.

La Banque du Canada publie par son API Valet les séries dont le chapitre 31 a besoin : le taux cible du financement à un jour, porté à 2,50 % le 28 octobre 2026, les rendements des obligations de référence à cinq et dix ans, le taux hypothécaire conventionnel affiché à cinq ans et les taux effectifs des fonds avancés déclarés par les banques (Banque du Canada 2026c ; Banque du Canada 2026a). Le Tribunal administratif du logement, enfin, ne diffuse pas de base de loyers : il publie chaque année les pourcentages applicables aux critères de fixation de loyer, le formulaire de renseignements nécessaires à la fixation et des résumés de décisions (Tribunal administratif du logement 2026d ; Tribunal administratif du logement 2025b ; Tribunal administratif du logement 2026f). Ces documents sont des données de droit plus que des données de marché, mais la section 13.4 montre qu'ils structurent la lecture de tout état locatif.

13.2 Accès, licences, coûts et confidentialité

13.2.1 Quatre régimes de réutilisation

Les sources du tableau 13.2 relèvent de quatre régimes juridiques que l'évaluateur doit distinguer avant d'intégrer une donnée à un rapport, à une base ou à une publication. Le premier est la **licence ouverte**, dont la Licence ouverte de Statistique Canada et la licence Creative Commons Attribution 4.0 de Données Québec sont les exemples : la donnée peut être copiée, transformée, redistribuée et intégrée à un produit, y compris commercial, à la seule condition d'attribuer la source. C'est pourquoi les fichiers bruts de Statistique Canada et du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation peuvent être déposés tels quels dans le dépôt de l'ouvrage, avec leur adresse et leur date de téléchargement, et pourquoi les tableaux du présent chapitre qui en découlent portent la mention « Source : Statistique Canada, tableau … » ou « Source : MAMH ». La licence CC BY des rôles ajoute une condition propre : l'interdiction de réidentifier les renseignements personnels caviardés, qui lie quiconque croise le rôle ouvert avec une autre source.

Le deuxième régime est celui des **conditions d'utilisation** d'un organisme public qui autorise la reproduction à des fins non commerciales et éducatives avec attribution, sans concéder de licence ouverte : c'est le cas de la Banque du Canada et de la SCHL. Les chiffres peuvent être cités dans un rapport ou un ouvrage avec la mention de la source ; les fichiers ne doivent pas être redistribués dans un produit publié, et un usage commercial de la donnée elle-même, par exemple sa revente dans un service, exige une autorisation. Le troisième régime est celui des **documents publics protégés par le droit d'auteur** de la Couronne ou d'une municipalité : le Manuel d'évaluation foncière, les règlements municipaux de taxation, les pages du Tribunal administratif du logement. Ils sont librement consultables ; leurs faits (un taux, une date, une règle) peuvent être rapportés et leurs passages brièvement cités ; leurs tableaux et barèmes ne peuvent pas être reproduits sans autorisation, ce qui vaut en particulier pour les barèmes de coûts de la partie 3E du Manuel (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026). Le quatrième régime est celui des **données d'industrie** protégées par le droit d'auteur et des conditions contractuelles : l'APCIQ exige l'attribution et interdit l'usage commercial sans consentement écrit (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026f), JLR prescrit la mention « Source : JLR.ca », les guides de

coûts n'autorisent aucune reproduction de leurs tableaux. Dans un rapport d'évaluation, la règle pratique est la même pour tous : citer des valeurs ponctuelles avec la source, l'édition et la date, ne jamais reproduire un tableau entier, et conserver au dossier la pièce consultée.

13.2.2 Le coût des données

Le coût d'acquisition des données immobilières au Québec est faible pour les sources ouvertes et les agrégats, et il se concentre sur trois postes. Le premier est la consultation du registre foncier, facturée à l'unité ; pour un dossier résidentiel ordinaire qui exige la vérification d'une dizaine de comparables et du sujet, il se compte en dizaines de dollars. Le deuxième est l'accès aux données détaillées d'industrie, par abonnement professionnel au système de courtage ou à un compilateur du registre, dont le prix n'est pas public et n'a pas été vérifié pour cet ouvrage ; il représente le poste principal pour un cabinet qui traite des volumes. Le troisième est le temps d'extraction, de normalisation et de vérification, qui dépasse de loin les deux premiers dès que le travail n'est pas automatisé. Une base d'évaluation bien conçue (section 13.6) transforme ce coût variable, payé à chaque dossier, en un coût fixe payé une fois, et c'est son principal argument économique.

13.2.3 Confidentialité, secret professionnel et renseignements personnels

Trois corps de règles encadrent l'usage des données personnelles que l'évaluateur manipule. Le registre foncier est public par nature : les noms des parties à une vente y figurent parce que la publicité des droits l'exige, et leur consultation dans le cadre d'un mandat est légitime. Il n'en découle pas que ces noms puissent être compilés, diffusés ou croisés librement : la législation québécoise sur la protection des renseignements personnels s'applique à toute collecte et à toute communication qui excèdent la finalité pour laquelle un renseignement est accessible, et l'évaluateur consulte un juriste avant de constituer un fichier nominatif ou de publier un travail qui permettrait d'identifier des personnes. Le rôle d'évaluation en format ouvert a précisément été caviardé pour cette raison, et la licence en interdit la réidentification. Le deuxième corps de règles est déontologique : l'évaluateur agréé est tenu au secret professionnel (Québec 2000, art. 51), son rapport doit faire état de la méthodologie et de l'étendue des recherches (Québec 2000, art. 41), et le Règlement sur la tenue des dossiers lui impose de conserver chaque dossier pendant au moins cinq ans après le dernier service rendu et d'en assurer la confidentialité (Québec 2026f, art. 6–7). Les normes de pratique exigent que le rapport décrive l'étendue du travail et le traitement de l'information (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3) : la provenance de chaque donnée, sa date et ses limites font partie du rapport. Le troisième corps de règles est contractuel : les conditions d'accès aux données d'industrie limitent souvent la rediffusion des données individuelles, et la fiche descriptive d'un courtier, qui contient les déclarations du propriétaire, n'est pas un document public même si elle a été largement diffusée pendant la mise en marché. La règle de conduite qui résume ces trois corps est simple : collecter ce dont le mandat a besoin, conserver ce que la norme exige, publier des agrégats et des résultats, jamais des personnes.

13.3 Les données de transaction

13.3.1 Trois enregistrements pour une même vente

Une vente résidentielle laisse au moins trois traces documentaires, et l'évaluateur doit savoir ce que chacune contient. L'**acte de vente** publié au registre foncier est la trace juridique : il identifie les parties, désigne l'immeuble par ses lots, énonce le prix et ses modalités, stipule la garantie (légale, ou exclue « aux risques et périls de l'acheteur » lorsque les art. 1732 et 1733 du Code civil le permettent), énumère les meubles inclus et contient les déclarations exigées par la Loi concernant les droits sur les mutations immobilières. La **fiche de courtage** est la trace commerciale : elle documente la mise en marché (date d'inscription, prix demandé et révisions, délai, date d'acceptation de la promesse d'achat, inclusions et exclusions, description, photographies) et elle est accompagnée des déclarations du vendeur sur l'immeuble, formulaire obligatoire depuis juillet 2012 pour la vente par une personne physique d'un immeuble résidentiel de moins de cinq logements (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a ; Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2026), dont la section D2.6 recueille notamment les loyers annuels et les dossiers devant le Tribunal administratif du logement. Le Règlement sur les conditions d'exercice d'une opération de courtage oblige le courtier à vérifier les renseignements qu'il fournit et à indiquer sur la fiche descriptive la mention « vendu sans garantie légale » le cas échéant (Québec 2010, art. 5 et 118). L'**inscription au rôle**, enfin, est la trace fiscale : elle décrit l'unité (terrain, bâtiment, logements, utilisation) selon les conventions du Manuel et porte sa valeur à la date de référence. Le tableau 13.3 croise les champs utiles à l'évaluation et les sources qui les fournissent ; il montre qu'aucune source ne suffit seule et que la base d'évaluation de la section 13.6 est d'abord un appariement.

13.3.2 Le prix observé comme mesure du prix convenu

Le chapitre 16 a défini la valeur marchande comme l'espérance conditionnelle du prix et traité le prix observé P_j comme une réalisation bruitée de cette espérance. Il faut maintenant reconnaître que le prix *observé* dans une source n'est pas toujours le prix *convenu* pour l'immeuble. Notons P_j^* le prix effectivement convenu pour le seul immeuble, à la date de la promesse, et $\tilde{P}_j$ le montant lu dans l'acte. Le second s'écrit

$$\tilde{P}_j = P_j^* + M_j + F_j + \eta_j, \tag{13.1}$$

où M_j est la contrepartie attribuée aux meubles inclus, F_j la valeur de toute condition de financement ou de toute contrepartie non monétaire qui n'apparaît pas comme prix et η_j une erreur de transcription ou de déclaration. L'équation (13.1) dit trois choses. D'abord, la contrepartie pour les meubles doit être retranchée avant toute comparaison, ce qui suppose de la connaître ; l'acte la mentionne parfois, la fiche de courtage l'énumère toujours en nature, rarement en valeur, et la valeur attribuée aux meubles dans un acte est souvent fixée pour des raisons fiscales plutôt qu'économiques. Ensuite, un prix d'acte n'est un prix comptant que si $F_j = 0$: une balance de prix de vente à taux réduit ou une reprise d'hypothèque avantageuse transfèrent une partie de la contrepartie dans le financement, et la définition professionnelle de la valeur marchande exige un prix en argent comptant ou l'équivalent (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Enfin, l'erreur η_j n'est pas théorique : les prix à 1 $, les prix de parts indivises inscrits comme prix d'immeuble et les contreparties « et autres bonnes et valables considérations » existent dans tout extrait du registre, et le chapitre 14 montre comment les détecter.

Tableau 13.3. Champs d'une transaction résidentielle et sources qui les fournissent au Québec (✓ : champ présent ; (✓) : présent mais déclaratif ou partiel)

Champ	Acte publié (registre foncier)	Fiche de courtage et déclarations du vendeur	Rôle (format ouvert)
Désignation cadastrale, adresse	✓	✓	adresse seulement (lot caviardé)
Parties à la vente, lien entre elles	✓	(✓)	—
Prix convenu	✓	✓	—
Date de la promesse d'achat (prix convenu)	—	✓	—
Date de signature et d'inscription de l'acte	✓	(✓)	—
Meubles inclus, inclusions et exclusions	(✓)	✓	—
Garantie légale ou exclusion	✓	✓	—
Financement (balance de vente, hypothèque)	✓	(✓)	—
Conditions de vente (succession, reprise, vente liée)	(✓) déductibles des parties et des déclarations	(✓)	—
Mise en marché (prix demandé, délai)	—	✓	—
Caractéristiques physiques (superficie, âge, logements)	—	(✓) déclaratives	✓selon les conventions du MEFQ
État, travaux, sinistres, vices connus	—	✓(déclarations du vendeur)	—
Loyers et baux	—	(✓) section D2.6	nombre de logements seulement
Valeur au rôle, date de référence, utilisation (CUBF)	—	(✓) reprise par le courtier	✓

Source : synthèse de l'auteur d'après Québec (1991), Québec (1993b), Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec (2022a), Québec (2010) et Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (2022a) (notes de vérification du dépôt, lots A et B).

La Loi concernant les droits sur les mutations immobilières fournit un garde-fou indirect. La base d'imposition du droit de mutation est le plus élevé de trois montants : la contrepartie fournie, la contrepartie stipulée et la valeur marchande de l'immeuble au moment du transfert, cette dernière étant, aux fins de la loi, la valeur inscrite au rôle multipliée par le facteur comparatif (Québec 1976, art. 1.1 et 2) :

$$B_j = \max\left(C_j^{\text{fournie}},\ C_j^{\text{stipulée}},\ V_j^{\text{rôle}}\, F\right), \tag{13.2}$$

où F est le facteur comparatif du rôle pour l'exercice. Il s'ensuit qu'un prix déclaré très inférieur à la valeur uniformisée n'échappe pas au droit et que la déclaration des parties aux fins de cette loi, qui figure dans l'acte, informe sur la nature du transfert : les exonérations de l'art. 20, qui visent notamment les transferts en ligne directe ascendante ou descendante et entre conjoints (Québec 1976, art. 20), sont autant de signaux d'une vente liée, et les municipalités avisées par l'Officier de la publicité foncière dans les quinze jours de l'inscription (Québec 1976, art. 10) disposent ainsi d'un fichier des mutations que le Manuel d'évaluation foncière leur impose de tenir et de conserver pendant au moins quatre ans (Québec 1994, art. 3). Le ratio du prix de vente à la valeur au rôle,

$$r_j = \frac{\tilde{P}_j - M_j}{V_j^{\text{rôle}}\, F}, \tag{13.3}$$

est l'indicateur le plus simple dont dispose l'évaluateur pour repérer, dans un extrait de registre, les transactions dont le prix s'écarte anormalement de la valeur fiscale uniformisée : c'est la grandeur que JLR publie comme ratio prix/évaluation (111 % dans la partie québécoise de la RMR d'Ottawa-Gatineau en août 2026) et c'est, sous la forme inverse V/P, la statistique que le Règlement sur la proportion médiane épure en retirant les ratios situés à plus de deux écarts-types de la médiane (Québec 1993a, art. 15–16). Un ratio de 0,5 ou de 2 n'est pas nécessairement une erreur, mais il exige une vérification.

13.3.3 La date : promesse d'achat, acte, inscription

Une vente informe sur le marché à la date où le prix a été convenu, c'est-à-dire à l'acceptation de la promesse d'achat. L'acte notarié est signé plus tard, à une date fixée par les parties en fonction du financement, de l'inspection et du déménagement, et il est inscrit au registre peu après sa signature. Le délai entre la promesse et l'acte est couramment de un à trois mois pour une revente ordinaire, davantage pour une vente conditionnelle à la vente d'une autre propriété et beaucoup plus pour une vente sur plans. Seule la fiche de courtage connaît la date de la promesse ; le registre foncier, JLR et le rôle ne connaissent que la date de l'acte. Lorsque la vente sert de comparable, son prix est transporté à la date d'évaluation t_e par un indice de conditions du marché I :

$$P_j(t_e) = P_j^{*}\,\frac{I(t_e)}{I(t_p)}, \tag{13.4}$$

où t_p est la date de la promesse. Si l'on date à tort la vente à l'acte, $t_a = t_p + \delta$, l'ajustement appliqué est $I(t_e)/I(t_a)$ au lieu de $I(t_e)/I(t_p)$, et le prix transporté est multiplié par $I(t_p)/I(t_a)$. Dans un marché dont les prix croissent au taux annuel composé g, ce facteur vaut $(1+g)^{-\delta/12}$,

et le biais relatif sur le prix ajusté est

$$b(g,\delta) = (1+g)^{-\delta/12} - 1 \approx -\frac{g\,\delta}{12}. \tag{13.5}$$

Proposition 13.1 : Signe et ampleur du biais de datation

Si les prix du marché évoluent de façon monotone entre la promesse et l'acte, dater un comparable à l'acte plutôt qu'à la promesse biaise systématiquement le prix ajusté dans le sens contraire de l'évolution du marché : sous-estimation en marché haussier, surestimation en marché baissier. Pour un délai δ en mois et une croissance annuelle g, l'ampleur du biais est $(1+g)^{-\delta/12} - 1$, soit environ $-g\delta/12$; pour $g = 6\ \%$ et $\delta = 3$ mois, elle vaut $-1{,}5\ \%$ du prix, et le biais est le même pour tous les comparables datés de la même façon, de sorte qu'il ne se compense pas en moyenne.

Démonstration. Sous une croissance composée, $I(t) = I(t_p)(1+g)^{(t-t_p)/12}$ pour $t \geq t_p$. Le prix transporté avec la mauvaise date vaut $P_j^* I(t_e)/I(t_a) = P_j^* \frac{I(t_e)}{I(t_p)} \frac{I(t_p)}{I(t_a)} = P_j(t_e)\,(1+g)^{-\delta/12}$. Le biais relatif est donc $(1+g)^{-\delta/12} - 1$, négatif si $g > 0$ et positif si $g < 0$; le développement au premier ordre donne $-g\delta/12$. Comme δ et g sont communs à tous les comparables d'un même marché datés à l'acte, le biais est systématique et ne s'annule pas par moyenne. □

Le remède est de reconstituer la date de la promesse, à partir de l'historique de courtage lorsqu'il est accessible, et sinon de reculer la date de l'acte d'un délai typique documenté au dossier ; la section 13.8 chiffre le biais pour des valeurs réalistes de g et de δ. Deux précisions complètent la règle. La première est que les indices de prix eux-mêmes diffèrent par leur convention de date : les statistiques de l'APCIQ datent à l'acceptation de la promesse, celles de JLR et l'indice Teranet–Banque Nationale à l'acte publié ; un indice daté à l'acte appliqué à des comparables datés à la promesse introduit le même décalage en sens inverse. La seconde est que le délai n'est pas constant : il s'allonge quand le financement se resserre et pour les ventes conditionnelles, et il est beaucoup plus long pour les ventes sur plans, où le prix a pu être convenu un ou deux ans avant la livraison, ce qui disqualifie ces ventes comme indicateurs du marché à la date de l'acte.

13.3.4 Les ventes non représentatives et leurs signatures

La définition de la valeur marchande suppose une vente sincère entre parties informées et non contraintes, après une exposition suffisante et pour un prix comptant (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Le chapitre 16 a énuméré les ventes qui ne satisfont pas ces conditions ; le présent chapitre s'intéresse à la manière dont chacune se signale dans les données, parce que l'évaluateur qui travaille sur un extrait de registre ou une base d'industrie ne peut pas interroger les parties de chaque vente. Le tableau 13.4 recense les cas les plus fréquents, l'indice qui permet de les détecter dans les champs disponibles et le traitement recommandé. Trois d'entre eux appellent un commentaire.

Les **ventes liées**, entre personnes physiques ou morales apparentées, se signalent par l'identité des noms de famille, par la coïncidence d'adresses, par le transfert entre une personne et une société qu'elle contrôle et, dans l'acte, par la déclaration d'une exonération du droit de mutation fondée sur le lien de parenté ou le contrôle (Québec 1976, art. 19–20).

JLR les exclut de ses médianes ; la plupart des bases municipales les codent dans le fichier des mutations. Elles ne sont pas toujours en deçà du marché, mais leur prix n'a pas été fixé par le marché, et elles sont exclues.

Les **ventes successorales et sous contrainte** sont plus délicates. Une vente par une succession, un liquidateur ou des ex-conjoints qui se séparent peut être parfaitement représentative si elle a été menée par un courtier avec une exposition normale, et le registre ne permet pas de le savoir : la fiche de courtage, elle, le dit, par le délai de mise en marché et le prix demandé. Les **reprises de finance** se reconnaissent dans la chaîne des titres : préavis d'exercice d'un droit hypothécaire, puis prise en paiement, qui exige l'autorisation du tribunal lorsque le débiteur a acquitté la moitié ou plus de l'obligation (Québec 1991, art. 2778), puis vente par l'institution prêteuse ; la vente sous contrôle de justice, quant à elle, est faite sans garantie de qualité (Québec 1991, art. 1731). Le vendeur institutionnel et l'absence de garantie sont des signatures fiables. Ces ventes sont exclues des comparables, mais elles ne sont pas sans intérêt pour l'étude de marché, où leur fréquence est un indicateur de tension (chapitre 15).

Les **ventes de promoteur** posent un problème propre au neuf : le prix inclut souvent les taxes de vente, des incitatifs (électroménagers, stationnement, frais de notaire) et parfois une contrepartie pour des améliorations choisies après la promesse ; la date de la promesse peut précéder l'acte de plus d'un an ; et le contrat préliminaire, avec sa faculté de dédit de dix jours (Québec 1991, art. 1785), n'est pas publié. On ne les compare qu'entre elles, et jamais sans connaître le traitement des taxes, ce qui renvoie au chapitre 21.

13.3.5 Couverture et biais de composition des sources

Aucune source de transactions ne couvre tout le marché avec tous les champs. Le registre foncier est exhaustif mais pauvre en champs ; le courtage est riche mais partiel. Notons N le nombre de ventes sincères publiées au registre sur un marché et une période, N_c le nombre de ces ventes conclues par courtier et N_a le nombre de ventes de la base de courtage qu'on a pu apparier à un acte du registre. Deux ratios décrivent la base : le taux de couverture $\kappa = N_c/N$ et le taux d'appariement $\alpha = N_a/N_c$. Le premier mesure la part du marché que la source riche observe ; le second mesure la qualité de la jointure entre les deux sources, qui repose sur des clés imparfaites (adresse, lot, date, prix). Si les ventes par courtier et les autres ventes n'ont pas le même prix moyen, parce que les propriétés vendues sans courtier sont systématiquement différentes ou que leur prix l'est, la moyenne du marché est une moyenne pondérée des deux :

$$\mu = \kappa\,\mu_c + (1-\kappa)\,\mu_a, \tag{13.6}$$

et la statistique publiée à partir du seul courtage, μ_c, s'écarte de μ de $(1-\kappa)(\mu_c - \mu_a)$. Ce biais de composition est inconnu tant que μ_a ne l'est pas, et il explique une partie des écarts entre les médianes de l'APCIQ et celles de JLR ; il ne disparaît pas en élargissant l'échantillon de courtage, puisqu'il tient à la sélection et non à la variance. Pour l'évaluateur qui compare un sujet à des ventes par courtier, il importe peu, parce que le sujet sera lui aussi vendu par courtier dans l'hypothèse la plus probable ; pour celui qui estime un niveau de marché ou un indice, il importe beaucoup, et les manuels internationaux sur les indices de prix des logements consacrent un chapitre à cette question des sources et de leur couverture (Eurostat et al. 2013). L'exercice 13.6 applique l'équation (13.6) à des chiffres fictifs.

Tableau 13.4. Pièges des données de transaction : signature dans les sources et traitement

Situation	Signature dans les données	Traitement
Vente liée (parenté, conjoints, société contrôlée)	Noms ou adresses communs ; transfert personne physique ↔ personne morale ; déclaration d'exonération du droit de mutation (art. 19–20 LDMI) ; ratio prix/rôle très faible	Exclure ; coder la raison au journal des exclusions
Succession, séparation, liquidation	Vendeur : succession, liquidateur ; plusieurs vendeurs ; fiche de courtage ou non	Vérifier l'exposition au marché ; conserver si mise en marché normale, sinon exclure
Reprise de finance, vente sous contrôle de justice	Préavis d'exercice puis prise en paiement à l'index ; vendeur institutionnel ; vente sans garantie de qualité (art. 1731 C.c.Q.)	Exclure des comparables ; compter dans l'étude de marché
Vente à un locataire ou à un voisin sans mise en marché	Aucune inscription de courtage ; acheteur déjà à l'adresse	Vérifier ; exclure si le prix n'a pas été exposé au marché
Vente de promoteur (neuf)	Vendeur : entreprise de construction ; premier transfert d'un lot nouvellement créé ; taxes et incitatifs inclus ; promesse très antérieure à l'acte	Comparer seulement entre ventes neuves ; isoler les taxes et incitatifs
Vente multiple, part indivise, démembrement	Plusieurs lots dans un même acte ; fraction indiquée ; usufruit, emphytéose	Exclure ou répartir le prix si la répartition est stipulée ; droits transmis différents (chapitre 2)
Prix symbolique ou nominal	Prix $<$ 5 000 $ (seuil du Règlement sur la proportion médiane) ; « autres bonnes et valables considérations »	Exclure
Meubles inclus	Clause de l'acte ; liste d'inclusions de la fiche ; valeur attribuée souvent fiscale	Retrancher une contrepartie documentée ; sinon signaler
Financement avantageux	Balance de prix de vente, taux stipulé, reprise d'hypothèque	Ajuster (chapitre 17) ou exclure si l'effet dépasse quelques points
Date de l'acte prise pour date de vente	Source sans date de promesse (registre, JLR, rôle)	Reconstituer la date de promesse ou reculer d'un délai documenté (équation (13.5))
Vente sans garantie légale	Mention à l'acte et sur la fiche descriptive (art. 118 du règlement de courtage)	Conserver avec un indicateur ; l'exclusion de garantie accompagne souvent une décote

Source : synthèse de l'auteur d'après Québec (1991), Québec (1976), Québec (1993a), Québec (2010), la méthodologie publiée de JLR (2026a) et Appraisal Institute (2026).

Trois mesures du même marché : APCIQ, JLR et Teranet–Banque Nationale

Pour la RMR de Québec, l'APCIQ publiait pour le troisième trimestre de 2026 un prix médian de 463 500 $ pour l'unifamiliale, en hausse de 2 % sur un an, sur 2 161 ventes par courtier toutes catégories (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e) ; l'indice Teranet–Banque Nationale, qui ne mesure pas un niveau mais une variation à qualité constante par ventes répétées, affichait pour Québec une hausse de 7,7 % sur un an en septembre 2026 (King 2026) ; et JLR, qui compile toutes les ventes publiées, comptait pour septembre 2026 579 ventes d'unifamiliales dans la RMR, en hausse de 6 % (JLR 2026a). Une variation de la médiane n'est pas une variation à qualité constante : si la composition des ventes change, par exemple si les ventes se déplacent vers des propriétés plus petites quand les taux montent, la médiane peut baisser alors que chaque propriété s'apprécie. Les trois chiffres ne se contredisent donc pas ; ils mesurent des choses différentes sur des univers différents, et le rapport doit nommer celui qu'il utilise. Le chapitre 35 explique pourquoi un indice hédonique ou de ventes répétées est préférable à une médiane pour l'ajustement de conditions du marché.

13.4 Les données de loyers

13.4.1 L'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL : univers, méthode, lecture

L'Enquête sur les logements locatifs (ELL) de la SCHL est menée chaque année au mois d'octobre auprès des propriétaires et gestionnaires d'immeubles locatifs. Son univers principal, tel que les tableaux le définissent, est celui des appartements d'initiative privée situés dans des immeubles d'au moins trois logements ; les maisons en rangée locatives font l'objet de tableaux distincts, et un volet séparé couvre les appartements en copropriété offerts en location (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Pour chaque région métropolitaine, l'enquête publie l'univers (le nombre de logements dénombrés), le taux d'inoccupation, le loyer moyen, la variation estimative du loyer moyen et le taux de rotation, ventilés par zone géographique, par taille de logement (studio, une, deux, trois chambres et plus), par taille d'immeuble, par année de construction et par quartile de loyer. Le classeur de la RMR de Montréal pour 2025 compte trente-cinq tableaux et trente-neuf zones, dont les zones 7 (Villeray) et 9 (Rosemont) qui servent au dossier du cas 3 ; celui de la RMR de Gatineau distingue quatre zones (Hull, Aylmer, Gatineau, Périphérie) ; celui de la province, utilisé dans l'exemple intégral, donne les six RMR sans ventilation par zone pour la RMR de Québec.

Trois conventions de lecture sont indispensables. La première concerne la qualité statistique : chaque estimation porte une lettre, de a (excellent) à d (passable, à utiliser avec prudence), et les estimations trop fragiles sont supprimées et remplacées par deux astérisques ; une flèche signale une variation annuelle statistiquement significative, un tiret une taille d'échantillon qui ne permet pas de l'interpréter. L'évaluateur qui reprend un loyer moyen de zone pour une taille de logement doit reprendre la lettre avec lui : un loyer coté d pour un studio dans une petite zone n'a pas la même force probante qu'un loyer coté a pour un quatre et demi à l'échelle de la RMR. La deuxième convention concerne la variation : la SCHL publie une « variation en pourcentage estimative » du loyer moyen, fondée sur les

Tableau 13.5. Enquête sur les logements locatifs de la SCHL, octobre 2025 : six RMR du Québec, appartements d'initiative privée dans les immeubles de trois logements et plus. Lettres : indicateur de qualité de la SCHL (a excellent … d passable).

	Inoccupation, tous (%)			Loyer moyen, 2 ch. ($)			Univers	Var. loyer 2 ch. (%)		Vacants
RMR	2024	2025	Q	2024	2025	Q	tous, 2025	brute	estimative	implicites
Montréal	2,1	2,9	a	1 176	1 346	a	667 266	14,5	7,2	19 351
Québec	0,9	2,4	a	1 159	1 277	a	118 693	10,2	6,1	2 849
Gatineau (partie Qc)	1,9	3,8	c	1 353	1 460	a	33 553	7,9	4,7	1 275
Sherbrooke	1,4	2,7	a	1 002	1 062	a	41 949	6,0	9,8	1 133
Trois-Rivières	0,9	2,7	b	885	1 016	a	22 505	14,8	6,6	608
Saguenay	1,6	1,3	a	882	985	a	16 241	11,7	10,9	211

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, tableaux 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 et 1.1.5 du classeur `rmr-quebec-2025-fr.xlsx` (publié le 11 décembre 2025, consulté le 31 octobre 2026) ; variation brute et vacants implicites calculés par `analysis/python/cases/ch13_sources.py`.

immeubles qui ont fait partie de l'échantillon les deux années, et cette mesure, qui neutralise les changements de composition de l'univers (livraison d'immeubles neufs plus chers, démolitions), n'est pas la variation brute qu'on obtient en divisant le loyer moyen d'une année par celui de l'année précédente. Notons $\bar{L}_t$ le loyer moyen publié et $\hat{g}_t$ la variation estimative ; la variation brute est

$$g_t^{\text{brute}} = \frac{\bar{L}_t}{\bar{L}_{t-1}} - 1, \tag{13.7}$$

et l'écart $g_t^{\text{brute}} - \hat{g}_t$ mesure l'effet de composition. Le tableau 13.5 montre que cet écart atteint plus de sept points à Montréal en 2025 : le loyer moyen des deux chambres y est passé de 1 176 $ à 1 346 $, soit 14,5 % de plus, alors que la hausse sur logements comparables était de 7,2 %. L'évaluateur qui indexe un loyer de marché avec la variation brute surestime la hausse ; celui qui cherche le niveau des loyers des immeubles récents a besoin, au contraire, du loyer moyen par année de construction, pas de la variation estimative. La troisième convention concerne le sens du loyer moyen : c'est le loyer payé par les occupants en place, toutes anciennetés de bail confondues, et non le loyer demandé pour les logements vacants ; la SCHL publie d'ailleurs, dans ses tableaux 1.1.9, le loyer moyen des logements inoccupés et occupés séparément, et c'est le premier qui approche le loyer de marché au sens du chapitre 26.

Le taux d'inoccupation, enfin, rapporte les logements vacants et disponibles à la location à l'univers ; le nombre de logements vacants implicite dans une zone est donc

$$Vac_t = U_t \times v_t, \tag{13.8}$$

où U_t est l'univers et v_t le taux. L'équation (13.8) rappelle qu'un taux de 1 % dans un univers de 20 000 logements représente deux cents logements disponibles, ce qui est, pour un locataire qui cherche, un marché serré mais non vide, et que la variation du taux d'une année à l'autre est une variation de flux qui dépend des livraisons autant que de la demande ; le chapitre 27 en tire les conséquences pour l'hypothèse d'inoccupation du sujet.

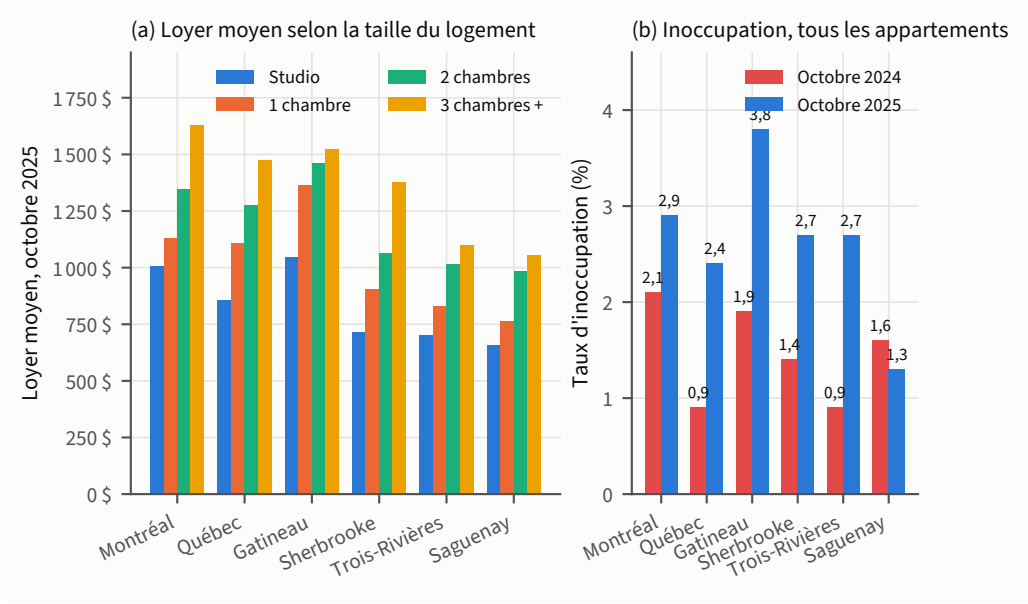


FIGURE 13.1. Enquête sur les logements locatifs de la SCHL, octobre 2025, six RMR du Québec : (a) loyer moyen des appartements d'initiative privée selon la taille du logement ; (b) taux d'inoccupation de tous les appartements en octobre 2024 et en octobre 2025. La hiérarchie des loyers (Gatineau et Montréal en tête, Saguenay en queue) et la détente générale de l'inoccupation en 2025, sauf à Saguenay, se lisent directement ; les lettres de qualité et la différence entre variation brute et estimative ne se lisent que dans les tableaux.

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025 (classeur `rmr-quebec-2025-fr.xlsx`, tableaux 1.1.1 et 1.1.2), consulté le 31 octobre 2026 ; script `analysis/python/figures/ch13_schl.py`.

13.4.2 Le Tribunal administratif du logement : données de droit sur les loyers

Le Tribunal administratif du logement ne publie pas de loyers observés, mais trois de ses productions conditionnent la lecture de tout état locatif. La première est la liste annuelle des pourcentages applicables aux critères de fixation de loyer. Depuis le 1er janvier 2026, pour les avis donnés à compter de cette date, la méthode a été refondue par le Règlement modifiant le Règlement sur les critères de fixation de loyer (Québec 2025b) : le pourcentage de base est désormais fondé sur l'indice des prix à la consommation moyen du Québec sur trois ans, et il s'y ajoute la variation des taxes municipales et scolaires, celle des primes d'assurance, un pourcentage de 5 % des dépenses d'immobilisation et les dépenses d'un nouveau service, chacun selon la part attribuable au logement (Québec 1985c, art. 3 et 3.1). Pour 2026, le pourcentage de base est de 3,1 % (4,5 % en 2025) (Tribunal administratif du logement 2026d). Pour les avis donnés avant le 1er janvier 2026, l'ancienne méthode continue de s'appliquer, avec ses pourcentages par poste de dépenses (entretien 5,7 %, gestion 7,2 %, revenu net 5,7 %, immobilisations 4 % en 2026). Le chapitre 34 en détaille le calcul ; ce qui importe ici est que le loyer d'un logement occupé n'est pas une donnée de marché mais le résultat d'une trajectoire administrée depuis le premier bail, de sorte que l'écart entre loyer contractuel et loyer de marché est une variable d'état de l'immeuble, que l'évaluateur doit mesurer logement par logement (chapitres 26 et 33).

La deuxième production est le formulaire de renseignements nécessaires à la fixation du loyer (RN), que le locateur doit produire lorsque le locataire refuse une modification et que le locateur saisit le tribunal. Sa version 2026-2027 recense les revenus de décembre 2025 multipliés par douze, les autres revenus de 2025, les taxes municipales de 2026 et de 2025, les taxes scolaires des deux dernières années, les primes d'assurance en vigueur au 31 décembre 2025 et 2024, les dépenses d'énergie, d'entretien et de services de 2025, les frais de gestion s'ils dépassent 5 % des revenus et les dépenses d'immobilisation de 2025 par ligne avec le nombre de logements concernés (Tribunal administratif du logement 2025b). Ce formulaire est, de fait, le seul état des revenus et dépenses normalisé qui existe au Québec pour les immeubles locatifs résidentiels, et sa structure est un excellent gabarit pour la collecte des dépenses d'exploitation du chapitre 28, à ceci près que ses postes sont définis aux fins de la fixation et non de l'évaluation : les dépenses d'immobilisation y sont amorties selon un pourcentage réglementaire, non selon leur durée de vie économique.

La troisième production est la jurisprudence résumée. Le tribunal rappelle qu'en fixation de loyer d'un nouveau locataire, « la valeur marchande locative n'est pas un critère à prendre en considération » (Tribunal administratif du logement 2026f), ce qui signifie que le loyer de marché que l'évaluateur estime et le loyer que le tribunal fixerait sont deux grandeurs distinctes ; qu'une dépense d'immobilisation ne peut être prise en considération qu'une seule fois ; et que le locateur d'un immeuble de moins de cinq ans peut se prévaloir de l'exclusion de l'art. 1955 du Code civil, à condition, depuis le 21 février 2024, que le bail indique le loyer maximal exigible pendant ces cinq années (Québec 1991, art. 1955). Deux autres règles du Code civil font du bail lui-même une source de données : le locateur doit indiquer au nouveau locataire, dans la section prévue du formulaire obligatoire de bail, le loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédents (Québec 1991, art. 1896), et il ne peut exiger aucune somme autre que le loyer, sous forme de dépôt ou autrement (Québec 1991, art. 1904). La première règle fait de chaque bail une observation de l'historique du loyer, que l'évaluateur consulte dans le dossier du propriétaire ; la seconde fait du loyer stipulé la totalité de la contrepartie, ce qui simplifie sa comparaison.

Quand la donnée statistique devient une règle de droit : le moratoire sur les évictions

La Loi visant principalement à prolonger la durée des baux de logement et à protéger les locataires aînés et les locataires vulnérables prévoit qu'aucun locataire ne peut être évincé aux fins de l'art. 1959 du Code civil (subdivision, agrandissement, changement d'affectation) avant le 6 juin 2027, et qu'il peut être mis fin au moratoire par avis ministériel, soixante jours après sa publication, si le taux d'inoccupation mesuré par la SCHL dans les centres de 10 000 habitants et plus atteint 3 % (Québec 2024a, art. 1 et 11). Le taux d'inoccupation de l'Enquête sur les logements locatifs n'est donc plus seulement une donnée d'analyse : c'est le déclencheur d'une règle qui modifie la valeur de tout immeuble dont la plus haute et meilleure utilisation passe par un changement d'affectation (chapitres 34 et 41). Au 31 octobre 2026, aucun avis de fin anticipée n'avait été repéré ; les taux d'octobre 2025 du tableau 13.5 (2,9 % à Montréal, 3,8 % à Gatineau, 2,4 % à Québec) montrent que la mesure provinciale s'en approchait. L'évaluateur qui travaille sur un scénario de conversion doit suivre cette donnée et cette loi ensemble.

13.4.3 Loyers d'annonces, loyers contractuels et loyers de marché

Trois notions de loyer coexistent et les sources ne mesurent pas la même. Le **loyer contractuel** est celui que stipule le bail en cours ; c'est la donnée de l'état locatif que le propriétaire remet à l'évaluateur, et que les déclarations du vendeur recueillent lors d'une vente. Le **loyer de marché** est celui qu'un logement vacant obtiendrait aujourd'hui d'un locataire informé après une exposition normale ; il n'est observé que lors d'une relocation. Le **loyer d'annonce** est celui que demande un locateur pour un logement offert ; il est observable en masse sur les plateformes d'annonces, mais il est un prix demandé et non un prix convenu, il surreprésente les logements qui tardent à se louer et il ne dit rien des concessions consenties. La SCHL mesure principalement des loyers contractuels (les loyers payés par les occupants), avec un tableau de loyers des logements inoccupés qui approche le loyer de marché ; l'IPC mesure la variation des loyers payés par un échantillon de ménages (composante « loyer », en hausse de 3,3 % au Québec entre septembre 2025 et septembre 2026 d'après le tableau 18-10-0004-01) ; les annonces mesurent des loyers demandés. Dans un marché encadré, où la trajectoire du loyer contractuel est bornée par la méthode de fixation et le droit au maintien dans les lieux, l'écart entre les trois notions est grand et persistant, et la recension de Kholodilin (2024) rappelle que les loyers « observés » dans un parc encadré ne reflètent le marché que pour les logements qui viennent d'être reloués. L'évaluateur dit donc toujours quel loyer il mesure, et le dossier du cas 3 (chapitre 47) distingue explicitement, pour chacun des douze logements, le loyer contractuel et le loyer de marché estimé.

13.5 Les données de coûts

13.5.1 Lire le tableau 18-10-0289-01 dans son fichier brut

L'Indice des prix de la construction de bâtiments est la source publique de référence pour transporter un coût de construction dans le temps, et le chapitre 21 l'a utilisé pour l'indexation. Il faut ici en comprendre la structure telle qu'elle apparaît dans le fichier téléchargé, parce que c'est ce fichier, et non la page Web, qu'une chaîne de données reproductible exploite.

Tableau 13.6. Structure du fichier brut du tableau 18-10-0289-01 de Statistique Canada (IPCB), telle que lue par script le 31 octobre 2026

Élément	Contenu
Fichier	`18100289.csv` (58,1 Mo), séparateur point-virgule, encodage UTF-8 avec marque d'ordre ; `18100289_MetaData.csv` (dimensions, membres, notes)
Lignes et colonnes	318 954 observations ; 16 colonnes (période de référence, géographie, DGUID, type d'immeuble, division, unité de mesure et son identifiant, facteur scalaire et son identifiant, vecteur, coordonnées, valeur, statut, symbole, terminé, décimales)
Dimension 1 : géographie	25 membres : composite de quinze RMR, provinces et RMR ; pour le Québec, la province, Montréal et Québec
Dimension 2 : type d'immeuble	16 membres : bâtiments résidentiels (immeubles d'appartements : tours de cinq étages ou plus, immeubles à hauteur restreinte ; maison individuelle ; maison en rangée) et non résidentiels (commerciaux : bureaux, entrepôt, centre commercial ; industriels : usine, gare d'autobus ; institutionnels : école)
Dimension 3 : division	24 membres : agrégat des divisions et 23 divisions de travaux (exigences générales, démolition, béton, maçonnerie, charpente en acier, ouvrages métalliques, bois, isolation, ouvertures, revêtements, ouvrages spéciaux, équipement, systèmes transporteurs, incendie, plomberie, CVCA, automatisation, électricité, communications, sécurité, terrassements, aménagements extérieurs, services d'utilités)
Périodes	Trimestrielles, de 1981-01 à 2026-07 (183 périodes) ; la période est codée par le premier mois du trimestre
Séries	8 750 vecteurs ; unité « Indice, 2023 = 100 » ; aucune valeur manquante (une série absente n'a pas de ligne)
Débuts de série à Montréal	Non résidentiel : 1981 ; tours d'habitation : 1988 ; autres séries résidentielles : 2017 ; RMR de Québec, résidentiel : 2023
Dernière diffusion	29 octobre 2026 (données du troisième trimestre de 2026)

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, fichiers bruts `data/raw/statcan_18100289/` ; lecture par `analysis/python/cases/ch13_sources.py`.

Statistique Canada diffuse chaque tableau sous la forme d'une archive contenant un fichier de données et un fichier de métadonnées. Le fichier de données du tableau 18-10-0289-01, déposé dans le dépôt de l'ouvrage, compte 318 954 lignes et seize colonnes ; chaque ligne est une observation d'une série à une période, identifiée par sa période de référence, sa géographie, le type d'immeuble, la division de travaux, l'unité de mesure, le vecteur (identifiant permanent de la série, de la forme v1617911460), les coordonnées dans le cube et la valeur. Le tableau 13.6 en résume les dimensions, lues par script dans le fichier : vingt-cinq géographies, seize types d'immeubles et vingt-quatre divisions, soit 9 600 croisements possibles dont 8 750 sont effectivement publiés, sur 183 trimestres du premier trimestre de 1981 au troisième de 2026, sans aucune valeur manquante, l'absence d'une série se traduisant par l'absence de lignes et non par des cellules vides.

Deux enseignements pratiques découlent de cette lecture. Le premier est que les séries résidentielles sont récentes : pour Montréal, elles ne commencent qu'au premier trimestre de

2017 (à l'exception des tours d'habitation, depuis 1988), et pour la RMR de Québec, ajoutée au tableau, elles ne commencent qu'au premier trimestre de 2023, avec quinze observations au troisième trimestre de 2026. Aucune indexation d'un coût résidentiel québécois antérieur à 2017 n'est donc possible avec cette source, et l'indexation d'un coût de la région de Québec antérieur à 2023 exige un substitut, Montréal ou le composite des quinze RMR, dont il faut déclarer l'emploi. Le second enseignement est que le tableau 18-10-0276-01, longtemps cité dans les rapports, est archivé depuis le deuxième trimestre de 2024 et ne doit plus être utilisé pour les valeurs récentes (Statistique Canada 2024) ; le raccordement de deux séries par une période commune, exposé au chapitre 21, s'impose lorsqu'un coût historique a été indexé avec l'ancien tableau.

13.5.2 Coût, prix et prix à la consommation : trois indices qu'on confond

La confusion la plus répandue dans les rapports consiste à indexer un coût de construction avec l'Indice des prix des logements neufs ou avec l'Indice des prix à la consommation. La figure 13.2 montre pourquoi c'est une erreur grave. Rebasés au premier trimestre de 2017, les trois indices divergent fortement : au troisième trimestre de 2026, l'IPCB des bâtiments résidentiels à Montréal atteint 179,8, l'IPLN de Montréal (maison et terrain) 159,0 et l'IPC d'ensemble du Québec 132,2. Un coût de construction de 2017 transporté en 2026 avec l'IPC serait sous-estimé d'environ un quart ; transporté avec l'IPLN, d'un peu plus d'un dixième. La raison tient à ce que chaque indice mesure : l'IPCB suit le prix que les entrepreneurs facturent pour un ensemble fixe de bâtiments types, matériaux, main-d'œuvre, équipement, frais généraux et profit compris ; l'IPLN suit le prix de vente que les constructeurs obtiennent pour des maisons neuves, terrain compris dans la série totale, et il reflète donc la demande et le prix des terrains autant que les coûts ; l'IPC suit un panier de consommation des ménages dont le logement n'est qu'une composante, elle-même mesurée par le coût d'usage et non par le prix des immeubles. Le rebasage lui-même est une opération élémentaire mais qu'il faut écrire :

$$I_t^{(b)} = 100 \, \frac{I_t}{I_b}, \tag{13.9}$$

où b est la période choisie pour base ; le ratio d'indexation I_t / I_0 est invariant au rebasage, de sorte que la base publiée (2023 = 100 pour l'IPCB, décembre 2016 = 100 pour l'IPLN, 2002 = 100 pour l'IPC) n'a aucune incidence sur les calculs, et que seuls le choix de l'indice et celui des périodes comptent. Lorsque la série est mensuelle et le coût trimestriel, ou l'inverse, la moyenne des trois mois du trimestre est la convention retenue dans l'ouvrage ; elle est déclarée dans le script qui produit la figure.

13.5.3 Guides commerciaux, permis, conventions collectives et Manuel

Les sources de coûts unitaires sont, pour l'essentiel, des données d'industrie sous licence. Le *Canadian Cost Guide* d'Altus Group, publié le 23 avril 2026 pour son édition courante, donne des fourchettes de coûts au pied carré par type de bâtiment et par ville canadienne, dont Montréal, dans des tableaux réservés aux abonnés (Altus Group 2026a ; Altus Group 2026b) ; le *Residential Cost Handbook* de Marshall & Swift et les données RSMeans de Gordian fournissent des coûts par classe de qualité, des prix unitaires par poste et des multiplicateurs locaux et temporels (Marshall & Swift 2025 ; RSMeans 2025). Le chapitre 21 a exposé comment on s'en sert et l'ouvrage n'en reproduit aucun extrait ; on rappellera seulement

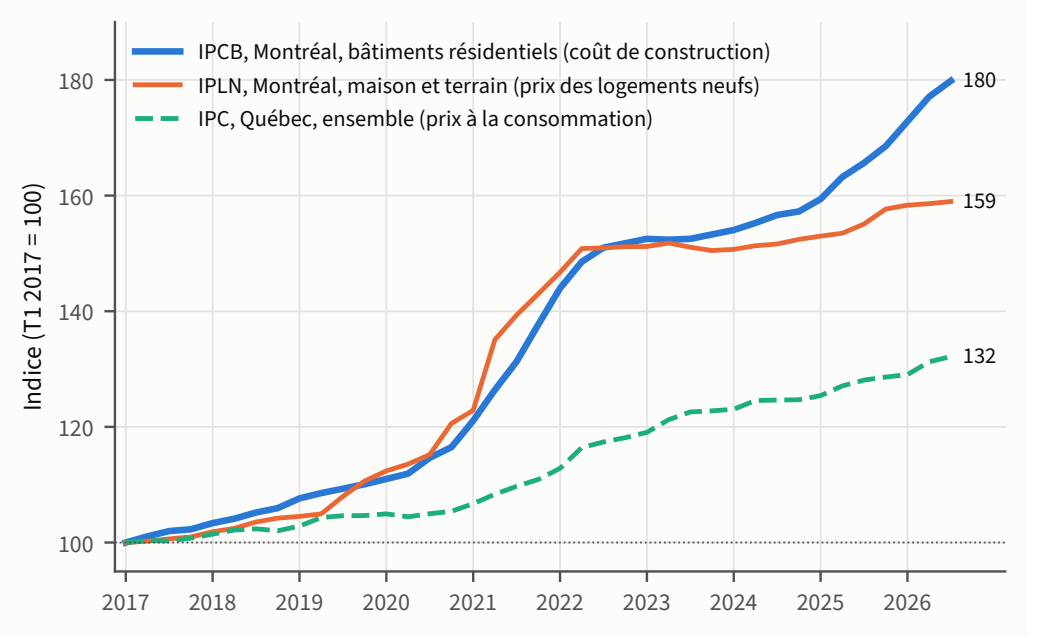


Figure 13.2. Trois indices souvent confondus, rebasés au premier trimestre de 2017 : l'Indice des prix de la construction de bâtiments (Montréal, bâtiments résidentiels), l'Indice des prix des logements neufs (Montréal, maison et terrain) et l'Indice des prix à la consommation (Québec, ensemble). Au troisième trimestre de 2026, le coût de construction a progressé de près de 80 %, le prix des maisons neuves de 59 % et les prix à la consommation de 32 %. Indexer un coût avec l'un des deux derniers indices le sous-estime gravement.

Source : Statistique Canada, tableaux 18-10-0289-01 (diffusé le 29 octobre 2026), 18-10-0205-01 (22 octobre 2026) et 18-10-0004-01 (19 octobre 2026), consultés le 31 octobre 2026 ; moyennes trimestrielles des séries mensuelles ; script `analysis/python/figures/ch13_indices.py`.

que la seule fourchette publique dont dispose le lecteur sans licence, 155 à 215 $ le pied carré pour une unifamiliale à Montréal, provient d'une source secondaire et doit être tenue pour partiellement vérifiée. Les permis de construction des municipalités ouvertes donnent des coûts déclarés par les requérants, sans valeur légale et sans définition homogène de ce qu'ils incluent (Ville de Montréal 2026d) ; ils servent à dater et à qualifier des travaux, non à les chiffrer. Les conventions collectives de l'industrie de la construction, administrées par la Commission de la construction du Québec, fixent les salaires par métier et par secteur ; la convention 2025-2029 prévoit des hausses de 8, 5, 5 et 4 % sur quatre ans (Commission de la construction du Québec 2026), et c'est la seule composante du coût direct dont le prix soit public et contractuel. Le Manuel d'évaluation foncière, enfin, contient dans sa partie 3E les barèmes de coûts que les évaluateurs municipaux doivent appliquer ; il est librement téléchargeable mais protégé par le droit d'auteur du gouvernement du Québec, et ses barèmes expriment un coût de remplacement à la date de référence du rôle, selon les conventions de mesure de la partie 2C, ce qui en limite l'usage direct dans l'évaluation privée (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026 ; *Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* 2026).

13.6 Constituer une base d'évaluation

13.6.1 La chaîne de données

Les sections précédentes ont décrit des sources hétérogènes par leur contenu, leur unité d'observation, leur date, leur licence et leur format. Les combiner dans un dossier exige une chaîne d'opérations que la figure 13.3 schématise et que le chapitre 14 détaille pour les étapes de nettoyage et de géocodage. La chaîne compte six maillons. L'*acquisition* télécharge ou extrait chaque source et consigne, pour chaque fichier, l'adresse, la date, la version, la licence et le responsable, dans un fichier de sources analogue à celui du dépôt de l'ouvrage ; un fichier brut n'est jamais modifié, de sorte que tout traitement puisse être rejoué. La *normalisation* ramène les unités (mètres carrés, dollars courants, dates ISO), les codages (type de propriété, utilisation CUBF, taille de logement) et les identifiants (adresse civique normalisée, numéro de lot, matricule) à des conventions communes et déclarées. L'*appariement* relie les enregistrements d'une même propriété entre les sources par des clés : le matricule et l'adresse pour le rôle, le lot et l'adresse pour le registre, l'adresse et la date pour le courtage ; il produit une base à trois niveaux, la propriété, la transaction et le bail, et il mesure son propre taux de réussite. L'*épuration* applique les règles du tableau 13.4 et les règles statistiques du chapitre 14, et elle tient le *journal des exclusions*, qui conserve chaque enregistrement écarté avec le motif, parce qu'une exclusion est une décision d'évaluation et qu'elle doit pouvoir être défendue. L'*enrichissement* ajoute les variables dérivées (âge, prix unitaire, ratio prix/rôle, distance au centre, indicateurs de voisinage) et les séries de contexte (indices, taux, loyers de zone). La *documentation*, enfin, produit le dictionnaire des variables, les métadonnées et les tests de cohérence qui accompagnent la base.

13.6.2 Le schéma de la base et ses clés

Une base d'évaluation résidentielle se décrit par cinq tables reliées par des clés, dont le tableau 13.7 donne la structure minimale. La table des *propriétés* a pour clé un identifiant

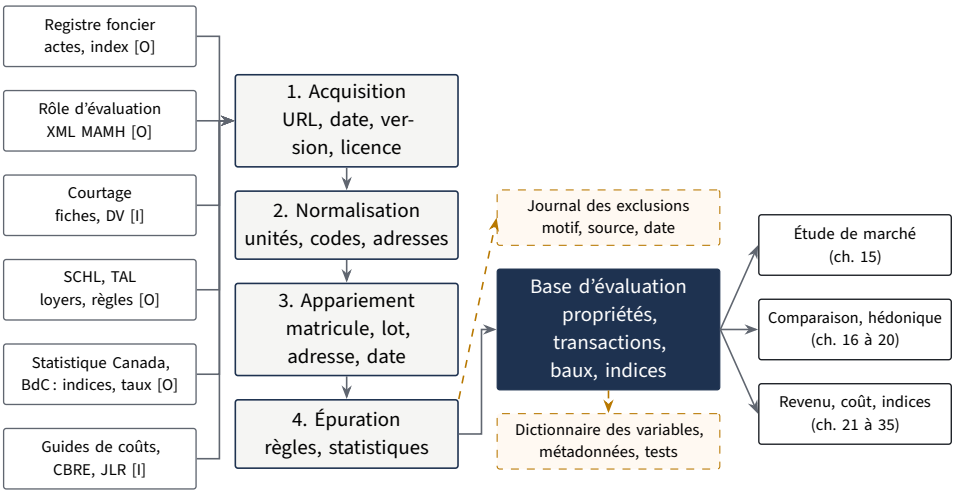


Figure 13.3. La chaîne de données de l'évaluation : des sources officielles [O] et d'industrie [I] à la base d'évaluation, en passant par l'acquisition documentée, la normalisation, l'appariement et l'épuration. Le journal des exclusions et le dictionnaire des variables sont des produits de la chaîne au même titre que la base.
Source : schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch13.tex`).

interne stable et porte les caractéristiques qui ne changent pas d'une transaction à l'autre ou qui changent lentement : localisation, terrain, bâtiment, logements, utilisation, coordonnées. La table des *transactions* a pour clé l'identifiant de la vente et pour clé étrangère l'identifiant de la propriété ; elle porte le prix, les dates (promesse, acte, inscription), les conditions, les meubles, le financement, la source de chaque champ et les indicateurs d'épuration. La table des *baux* relie un logement à ses loyers successifs avec les dates de début et de fin. La table des *valeurs au rôle* conserve, pour chaque rôle triennal, les valeurs du terrain, du bâtiment et de l'immeuble avec la date de référence, parce que la valeur au rôle change tous les trois ans et que le ratio prix/rôle doit être calculé avec le rôle en vigueur à la date de la vente. La table des *séries de contexte* contient les indices, les taux et les statistiques de zone par période. Trois clés d'appariement se partagent le travail. Le **matricule** du rôle, composé de la division, de la section et de l'emplacement, est l'identifiant municipal de l'unité d'évaluation ; il figure dans les fichiers ouverts du rôle et sur l'avis d'évaluation, mais pas dans les actes. Le **numéro de lot** du cadastre du Québec identifie l'immeuble dans les actes et à l'index des immeubles ; il est caviardé dans le rôle ouvert et absent des fiches de courtage la plupart du temps. L'**adresse civique normalisée** est la seule clé commune aux trois sources, et c'est la moins fiable : numéros inférieur et supérieur, fractions, appartements, génériques et liens de voie suivent des conventions différentes, et le chapitre 14 consacre une section à leur normalisation et au géocodage. Le taux d'appariement α de l'équation (13.6) se mesure à chaque jointure et se rapporte ; un taux de 85 à 95 % est ordinaire pour une jointure par adresse entre le rôle et le courtage en milieu urbain, et les enregistrements non appariés doivent être examinés, non supprimés en silence.

13.6.3 Métadonnées, versions et reproductibilité

Une base n'est utilisable dans un rapport que si l'on peut dire, pour chaque chiffre qui en sort, d'où il vient. Cela impose trois disciplines. La première est le *fichier de sources* : une

Tableau 13.7. Schéma minimal d'une base d'évaluation résidentielle : tables, clés et sources des champs

Table	Clé primaire (clés étrangères)	Champs principaux	Source des champs
Propriétés	id_propriete (matricule, lot, adresse normalisée)	adresse, coordonnées, secteur, type, superficie du terrain, aire d'étages, année de construction (réelle ou estimée), logements, utilisation (CUBF), unité de voisinage	Rôle ouvert (MAMH) ; registre pour le lot ; géocodage (chapitre 14)
Transactions	id_vente (id_propriete)	prix d'acte, meubles, prix retenu, date de promesse, date d'acte, date d'inscription, vendeur et acheteur codés (type, lien), garantie, financement, source, indicateurs d'épuration, motif d'exclusion	Registre foncier ; fiche de courtage ; JLR
Baux et loyers	id_bail (id_propriete, logement)	logement, pièces, superficie, loyer contractuel, début et fin, inclusions, loyer de marché estimé, source	État locatif du propriétaire ; déclarations du vendeur (D2.6) ; bail (section du loyer antérieur)
Valeurs au rôle	id_propriete, rôle (millésime)	valeur du terrain, du bâtiment, de l'immeuble, valeur au rôle antérieur, date de référence du marché, facteur comparatif	Rôle ouvert (RL0401A à RL0405A) ; proportion médiane (Québec.ca)
Séries de contexte	géographie, période	IPCB, IPLN, IPC, taux directeur et hypothécaires, loyers et inoccupation SCHL par zone, médianes APCIQ et JLR, pourcentages TAL	Statistique Canada ; Banque du Canada ; SCHL ; APCIQ ; JLR ; TAL

Source : conception de l'auteur ; les codes RL renvoient au Répertoire des renseignements prescrits du rôle, version 2.5 (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2022a).

ligne par fichier brut avec l'adresse exacte, la date de téléchargement, la taille, la licence et la description, tenue à jour à chaque acquisition ; le fichier `data/raw/SOURCES.md` du dépôt de l'ouvrage en est un modèle, et le tableau 13.2 en est la version lisible. La deuxième est la *traçabilité des champs* : chaque champ de la base porte sa source, et chaque valeur transformée porte la règle qui l'a produite ; lorsqu'un prix de vente a été diminué d'une contrepartie pour meubles ou qu'une date a été reculée d'un délai typique, la valeur d'origine et la règle sont conservées. La troisième est le *versionnage* : la base est datée, les scripts qui la produisent sont conservés avec elle, et une base recalculée après l'ajout de nouvelles ventes porte une nouvelle version, parce que les indices qui en sortent seront révisés et que le rapport qui a utilisé la version antérieure doit rester reproductible. Krause et Lipscomb (2016) ont proposé pour la préparation des données immobilières un protocole en étapes documentées qui va dans ce sens ; les normes de l'évaluation de masse de l'IAAO exigent de même une documentation de la collecte, de la validation des ventes et de la tenue à jour des données (International Association of Assessing Officers 2025), et le Règlement sur le rôle impose aux organismes municipaux de vérifier les données de chaque unité au moins tous les neuf ans (Québec 1979b, art. 36.1). L'évaluateur privé n'est pas tenu à ces normes, mais le rapport qu'il signe doit décrire l'étendue de ses recherches et le traitement de l'information (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3), et une base documentée est la seule façon de le faire sans réécrire la méthode à chaque dossier.

13.7 Exemple intégral : lire quatre fichiers réels par script

L'exemple qui suit n'utilise aucune donnée synthétique. Il lit, par le script de cas du chapitre (`ch13_sources.py`, dans `analysis/python/cases/`), quatre fichiers réels déposés dans le dossier des données brutes du dépôt avec leur adresse, leur date et leur licence (fichier `SOURCES.md`), et il en tire les chiffres cités dans ce chapitre ; le test `test_ch13.py` vérifie chacun d'eux. L'objectif pédagogique est double : montrer qu'une source officielle se lit dans son fichier brut, sans intermédiaire, et montrer ce que la lecture révèle qu'une page Web ne dit pas.

Exemple 13.1 : Lecture de l'IPCB, du dictionnaire du rôle, de la richesse foncière uniformisée et de l'Enquête sur les logements locatifs

Étape 1 : le tableau 18-10-0289-01 de Statistique Canada. Le fichier `18100289.csv` est lu avec son séparateur point-virgule et son encodage ; ses 318 954 lignes sont décrites au tableau 13.6. La série des bâtiments résidentiels de Montréal, agrégat des divisions (vecteur v1617911460), compte 39 observations du premier trimestre de 2017 au troisième trimestre de 2026 ; elle passe de 65,5 à 117,8, soit un facteur de 1,798, et sa variation sur un an au troisième trimestre de 2026 est de 8,57 % (108,5 à 117,8). La série équivalente de la RMR de Québec (vecteur v1617911076) ne compte que 15 observations, du premier trimestre de 2023 (98,8) au troisième trimestre de 2026 (124,8), soit un facteur de 1,263 sur quatorze trimestres et une variation annuelle de 9,19 % ; sur la même période, Montréal passe de 99,9 à 117,8, un facteur de 1,179. Les coûts de construction résidentielle ont donc progressé plus vite à Québec qu'à Montréal depuis 2023, de sorte qu'un rapport qui indexerait un coût de Québec de 2023 avec la série de Montréal le sous-estimerait

d'environ 6,6 %. Le composite des quinze RMR, enfin, ne progresse que de 2,67 % sur un an au troisième trimestre de 2026, contre 8,6 et 9,2 % pour les deux RMR québécoises : la hausse récente est un phénomène québécois, non canadien, ce qui rend d'autant plus fautif l'usage d'une série nationale.

Étape 2 : le dictionnaire du rôle en format ouvert. Le Répertoire des renseignements prescrits du rôle d'évaluation foncière, version 2.5, est un document de deux pages daté du 24 mars 2022 (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2022a). Le script en extrait le texte et y dénombre 62 codes de renseignement distincts, répartis en cinq sections : identification de l'unité d'évaluation (21 codes, dont les dix composantes de l'adresse RL0101Ax à RL0101Jx, le matricule RL0104A à RL0104H, le code d'utilisation prédominante RL0105A et le numéro d'unité de voisinage RL0107A), propriétaire (2 codes conservés après caviardage : date initiale d'inscription et statut aux fins scolaires), caractéristiques de l'unité (17 codes, dont la superficie du terrain RL0302A, l'année de construction RL0307A et son caractère réel ou estimé RL0307B, l'aire d'étages RL0308A et le nombre de logements RL0311A), valeurs au rôle (5 codes : date des conditions du marché RL0401A, valeur du terrain RL0402A, du bâtiment RL0403A, de l'immeuble RL0404A et valeur au rôle antérieur RL0405A) et répartition fiscale (17 codes, dont la mention de terrain vague desservi RL0501A). Vingt-quatre codes portent le suffixe « x », qui signale un renseignement répétitif ; le tableau 13.8 en donne une sélection avec le type et la taille prescrits. L'index des rôles 2026 compte 1 134 lignes (code géographique, nom du territoire, adresse du fichier XML), et l'adresse du rôle de Gatineau y est `RL81017_2026.xml`. Cette lecture dit trois choses au concepteur de base : la section 2 ne permet aucune identification du propriétaire ; l'aire d'étages et l'année de construction sont des renseignements facultatifs (colonne « obligatoirement présent » à N), de sorte qu'ils peuvent manquer ; et les valeurs du terrain et du bâtiment sont elles aussi facultatives, seule la valeur de l'immeuble étant obligatoire.

Étape 3 : la richesse foncière uniformisée 2026. Le fichier `RFU-2026.csv` compte 1 132 lignes, toutes des municipalités locales, et 37 colonnes dont 24 postes décrits dans le dictionnaire qui l'accompagne ; le dictionnaire donne pour chaque poste l'équation qui le définit à partir des postes du sommaire du rôle, et le poste CIALX02140 (richesse foncière uniformisée) y est explicitement la somme de treize postes. Pour les trois villes des dossiers de cas, l'évaluation imposable uniformisée s'élève à 430,75 milliards de dollars à Montréal, 105,22 à Québec et 60,01 à Gatineau, et le facteur de redressement (CSALX02163) y vaut respectivement 1,00, 1,08 et 1,02 : ce sont exactement les facteurs comparatifs que ces villes publient pour les droits de mutation de 2026, ce qui fournit un recoupement indépendant de la équation (13.2). La composition par catégorie, à la figure 13.4, oppose Gatineau, où les résidences d'un logement font 56,5 % de l'assiette, à Montréal, où les immeubles à logements et les copropriétés en font 60,6 % ; Québec est intermédiaire (40,2 et 38,8 %). La somme des six postes par catégorie est égale, au dollar près, à l'évaluation imposable uniformisée, ce qui est une vérification élémentaire mais indispensable de la lecture. Les trois villes représentent 31,1 % de la richesse foncière uniformisée de l'ensemble des municipalités locales, qui s'élève à 2 078 milliards de dollars.

Étape 4 : l'Enquête sur les logements locatifs. Le classeur provincial `rmr-quebec-2025-fr.xlsx` compte vingt onglets ; le script y lit, pour les six RMR, les tableaux 1.1.1

Tableau 13.8. Extrait du Répertoire des renseignements prescrits du rôle d'évaluation foncière en format ouvert (version 2.5) : renseignements les plus utiles à l'évaluateur

Code	Renseignement	Oblig.	Type et taille	Sect.
RL0101Gx	Nom de la voie publique de l'adresse	O	caractère 75	1
RL0104A–C	Matricule : division, section, emplacement	O	caractère 4, 2, 4	1
RL0105A	Code de l'utilisation prédominante (1000 à 9999)	O	caractère 4	1
RL0107A	Numéro d'unité de voisinage	N	caractère 4	1
RL0302A	Superficie du terrain porté au rôle	N	réel 15, 2 déc.	3
RL0307A / RL0307B	Année de construction originelle du bâtiment principal ; réelle (R) ou estimée (E)	N	entier 4 ; caractère 1	3
RL0308A	Aire d'étages du bâtiment principal	N	réel 8, 1 déc.	3
RL0311A	Nombre total de logements	N	entier 4	3
RL0401A	Date à laquelle les conditions du marché ont été considérées	O	date	4
RL0402A / RL0403A	Valeur du terrain ; valeur du ou des bâtiments	N	entier 10	4
RL0404A	Valeur de l'immeuble inscrite au rôle en vigueur	O	entier 10	4
RL0405A	Valeur du même immeuble au rôle antérieur	N	entier 10	4
RL0501A	Appartenance à la catégorie des terrains vagues desservis	O	booléen	5

Source : MAMH, Répertoire des renseignements prescrits du rôle d'évaluation foncière en format ouvert, version 2.5 (24 mars 2022), fichier `data/raw/mamh_roles_evaluation/` (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2022a) ; sélection et lecture de l'auteur.

(inoccupation), 1.1.2 (loyer moyen), 1.1.3 (univers) et 1.1.5 (variation estimative), en repérant la ligne d'en-tête et en conservant la lettre de qualité associée à chaque valeur. Le tableau 13.5 en résulte. Deux lectures retiennent l'attention. L'univers montréalais de 667 266 appartements et un taux d'inoccupation de 2,9 % impliquent, par l'équation (13.8), environ 19 351 logements vacants ; celui de Saguenay, 16 241 appartements à 1,3 %, en implique 211. Et la variation brute du loyer moyen des deux chambres dépasse la variation estimative dans cinq RMR sur six (14,5 contre 7,2 points à Montréal, 14,8 contre 6,6 à Trois-Rivières), l'exception étant Sherbrooke, où la variation estimative (9,8 %) dépasse la variation brute (6,0 %) : l'effet de composition n'a pas de signe fixe, et seule la variation estimative mesure l'évolution du marché à logement constant.

13.8 Analyse de sensibilité : la convention de date et la définition de l'indicateur

Deux conventions de lecture des données, parmi celles exposées dans ce chapitre, ont un effet chiffrable sur une conclusion de valeur : la date attribuée à une vente et la définition de la variation d'un loyer. Le tableau 13.9 applique l'équation (13.5) à des croissances annuelles

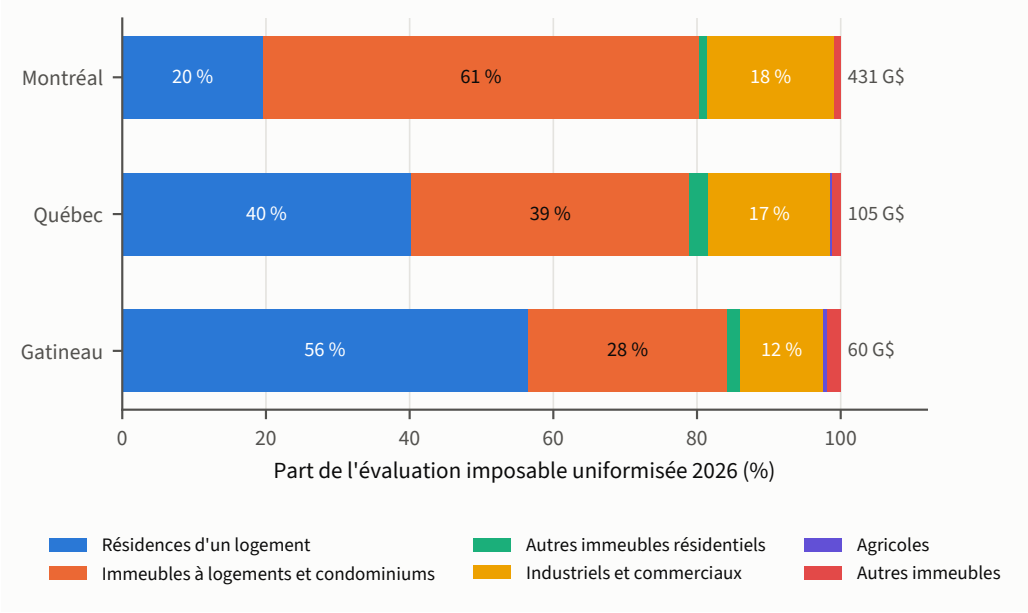


FIGURE 13.4. Composition de l'évaluation imposable uniformisée 2026 par catégorie d'immeubles pour Montréal, Québec et Gatineau, et montant total (en milliards de dollars). La part des résidences d'un logement passe de 20 % à Montréal à 56 % à Gatineau ; celle des immeubles à logements et des copropriétés suit le mouvement inverse.

Source : Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, Richesse foncière uniformisée 2026 (mise à jour du 8 octobre 2026, licence CC BY 4.0), fichier `data/raw/mamh_rfu_2026/RFU-2026.csv`, consulté le 31 octobre 2026 ; script `analysis/python/figures/ch13_rfu.py`.

Tableau 13.9. Biais relatif (%) sur le prix ajusté d'un comparable daté à l'acte plutôt qu'à la promesse d'achat, selon la croissance annuelle composée du marché et le délai promesse–acte (équation (13.5))

Croissance g (%/an)	$\delta = 1$ mois	$\delta = 2$ mois	$\delta = 3$ mois	$\delta = 6$ mois
−3	0,25	0,51	0,76	1,51
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	−0,25	−0,49	−0,74	−1,49
6	−0,49	−0,98	−1,47	−2,96
10	−0,80	−1,60	−2,41	−4,88

Source : calcul analytique, `analysis/python/cases/ch13_sources.py`, fonction `biais_datation` ; le signe est celui du biais sur le prix ajusté (négatif en marché haussier).

de −3 à 10 % et à des délais de un à six mois entre la promesse et l'acte. Pour un marché qui progresse de 6 % par année et un délai de trois mois, dater les comparables à l'acte sous-estime chaque prix ajusté de 1,47 % ; à 10 % et trois mois, de 2,41 % ; à 10 % et six mois, cas des ventes conditionnelles dans un marché tendu, de 4,88 %. La figure 13.5 prolonge le tableau à 15 % par année, ordre de grandeur atteint par certains marchés québécois en 2021 et 2022. Ces biais sont du même ordre que la précision espérée d'une grille de comparaison et, comme la proposition 13.1 l'a montré, ils sont systématiques : ils affectent tous les comparables dans le même sens et ne se compensent pas. Dans un marché stable, la convention de date est sans conséquence ; dans un marché qui bouge, elle en a une, et le rapport doit dire laquelle il applique.

La seconde sensibilité est celle de la définition de la variation d'un loyer, mesurée sur les données réelles du tableau 13.5. Un évaluateur qui indexe le loyer de marché d'un logement de deux chambres à Montréal d'octobre 2024 à octobre 2025 avec la variation brute du loyer moyen l'augmente de 14,5 % ; avec la variation estimative, de 7,2 %. Sur un loyer de 1 300 $, l'écart est de 94 $ par mois, soit 1 132 $ par année et par logement ; sur un immeuble de douze logements capitalisé à 4,5 %, il représente environ 300 000 $ de valeur. L'effet de composition est aussi grand à Trois-Rivières et il change de signe à Sherbrooke. Il n'y a pas ici de « bonne » définition dans l'absolu : la variation estimative mesure l'évolution du loyer d'un logement donné et convient à l'indexation d'un loyer de marché ; la variation brute mesure l'évolution du loyer moyen du parc et convient à l'analyse des revenus agrégés. L'erreur est de prendre l'une pour l'autre, et elle est fréquente parce que les communiqués publient la première et que les tableaux donnent les niveaux dont on déduit la seconde.

Erreurs fréquentes

- *Chercher chez Statistique Canada un prix de vente des propriétés.* L'organisme ne publie aucun tableau de prix de vente résidentiels au Québec ; les prix de transaction sont d'industrie (APCIQ, JLR, Teranet) et se citent comme tels, avec leur univers et leur convention de date.
- *Dater une vente à l'acte sans le dire.* Le registre, JLR et le rôle ne connaissent que la date de l'acte ; en marché haussier de 6 % et avec trois mois de délai, l'erreur est de 1,5 % sur chaque comparable, toujours dans le même sens.
- *Prendre le prix d'acte pour le prix de l'immeuble.* Les meubles, les contreparties non

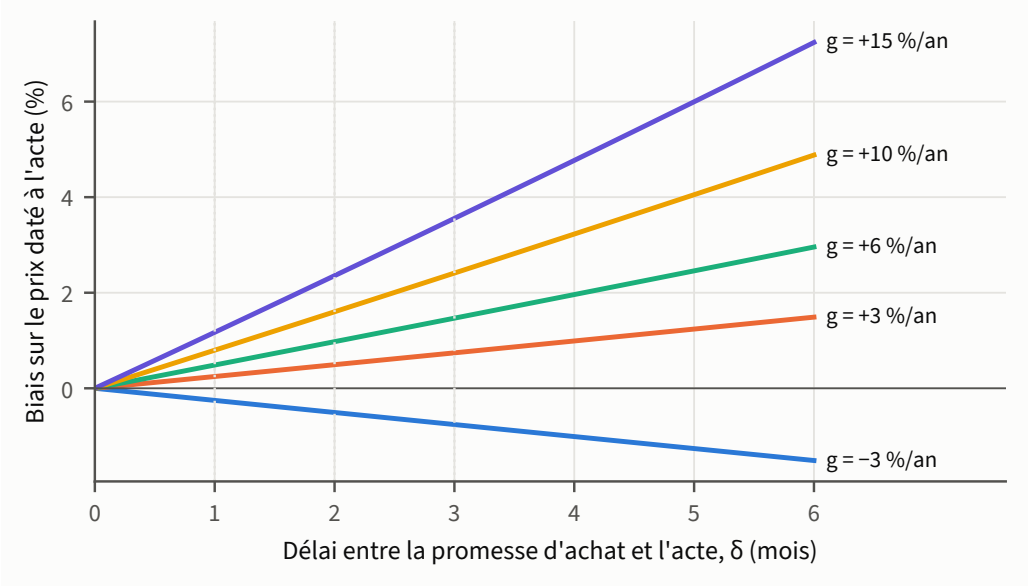


Figure 13.5. Écart relatif entre le prix d'une vente datée à l'acte et le même prix daté à la promesse d'achat, en fonction du délai entre les deux et de la croissance annuelle du marché. La figure montre l'ampleur de la correction $(1+g)^{\delta/12}-1$ à appliquer au prix daté à l'acte pour le ramener à la date de la promesse ; le biais du tableau 13.9 en est l'opposé.

Source : calcul analytique, script `analysis/python/figures/ch13_biais_datation.py` ; la plage de croissances est illustrative.

monétaires et les financements avantageux sont dans le montant déclaré ; le ratio prix/rôle uniformisé de l'équation (13.3) signale les cas à vérifier.

- *Traiter la valeur au rôle comme une valeur à la date d'évaluation.* Elle est établie aux conditions du marché du 1er juillet du deuxième exercice précédant le rôle (art. 46 LFM), selon les conventions de mesure du Manuel, et ses composantes terrain et bâtiment sont facultatives dans le fichier ouvert.
- *Indexer un loyer de marché avec la variation brute du loyer moyen de la SCHL.* La variation estimative, fondée sur les immeubles présents dans l'échantillon les deux années, est la mesure à logement constant ; l'écart dépassait sept points à Montréal en 2025.
- *Indexer un coût de construction avec l'IPLN ou l'IPC.* Entre 2017 et 2026, l'IPCB résidentiel de Montréal a progressé de 80 %, l'IPLN de 59 % et l'IPC de 32 % ; seul le premier mesure un coût de construction.
- *Utiliser le tableau 18-10-0276-01 ou une série nationale.* Le premier est archivé depuis 2024 ; la seconde ne progressait que de 2,7 % au troisième trimestre de 2026 quand les deux RMR québécoises progressaient de 8,6 et 9,2 %.
- *Reproduire un tableau protégé.* Les barèmes du Manuel, les tableaux d'Altus, de Marshall & Swift, de RSMeans et de l'APCIQ se citent par valeurs ponctuelles avec attribution ; ils ne se copient pas.
- *Réidentifier le rôle ouvert.* La licence CC BY du jeu l'interdit expressément ; les croise-

ments qui permettraient de retrouver un propriétaire sont exclus.

Limites et mises en garde

- L'inventaire des tableaux 13.1 et 13.2 reflète l'état des sources au 31 octobre 2026 ; les adresses, les licences, les tarifs et les tableaux changent, et le tableau 18-10-0276-01 en est l'exemple. Chaque usage exige une nouvelle vérification datée.
- La grille tarifaire du registre foncier citée est celle en vigueur à compter du 1er avril 2025, publiée sous l'intitulé « janvier 2026 » ; l'existence d'une indexation postérieure n'a pas pu être vérifiée.
- Les modalités et le prix des abonnements aux données détaillées de Centris et de JLR, ainsi que les conditions d'utilisation des séries téléchargeables de l'indice Teranet–Banque Nationale, n'ont pas été vérifiés ; les conditions de la SCHL ont été lues sur sa page générale, non dans un contrat de licence.
- Le jeu Données Québec annonce 1 140 fichiers XML ; l'index 2026 déposé dans le dépôt en compte 1 134 et le fichier de richesse foncière 1 132 municipalités locales. L'écart n'a pas été élucidé (territoires non organisés, regroupements) et aucun fichier XML de rôle n'a été téléchargé ni lu ; la description des champs repose sur le répertoire et non sur les fichiers.
- Le dénombrement des codes du répertoire (62) résulte d'une extraction automatique du texte d'un PDF ; une lecture visuelle donne un ou deux codes de plus dans la section 1. Les équations du dictionnaire de la richesse foncière n'ont pas toutes été vérifiées, seule l'identité entre la somme des six postes par catégorie et l'évaluation imposable l'a été.
- La méthodologie d'échantillonnage de l'Enquête sur les logements locatifs (plan de sondage, taux de réponse, seuils des lettres de qualité) n'est décrite ici que dans la mesure où les tableaux publiés la documentent ; les seuils numériques des lettres a à d ne figurent pas dans les classeurs et ne sont pas cités.
- Les règles sur la protection des renseignements personnels sont mentionnées de façon générale, sans référence à une loi précise, parce que leur texte n'a pas été vérifié pour cet ouvrage ; un juriste doit être consulté avant toute constitution de fichier nominatif.
- Les comparaisons entre APCIQ, JLR et Teranet portent sur des périodes et des univers différents par construction ; elles illustrent la nécessité de nommer la source, non une mesure de l'écart entre marchés.

À retenir

- Les données de l'évaluateur viennent de trois familles : registres administratifs (registre foncier, rôle, permis), statistiques officielles (Statistique Canada, SCHL, Banque du Canada, TAL) et données d'industrie (APCIQ, JLR, Teranet, CBRE, guides de coûts). La distinction officielle/industrie détermine ce qu'on peut savoir de la méthode, reproduire, citer et redistribuer.
- Quatre régimes de réutilisation coexistent : licence ouverte (Statistique Canada, CC

BY du MAMH), conditions d'utilisation d'organismes publics (SCHL, Banque du Canada), documents publics protégés (Manuel, règlements) et données d'industrie sous droit d'auteur. On cite des valeurs ponctuelles avec source et date ; on ne reproduit pas de tableau protégé ; on ne réidentifie pas le rôle ouvert.

- Une vente laisse trois traces : l'acte (prix, parties, garantie, meubles), la fiche de courtage (date de la promesse, mise en marché, déclarations du vendeur) et le rôle (caractéristiques, valeur datée). Le prix d'acte vaut $P^* + M + F + \eta$; la date pertinente est celle de la promesse, et le biais de datation $(1 + g)^{-\delta/12} - 1$ est systématique.
- Les ventes liées, successorales, sous contrainte, de promoteur, multiples ou nominales se signalent par des champs identifiables (exonérations LDMI, vendeur institutionnel, absence de garantie, prix sous 5 000 $) ; le journal des exclusions conserve chaque décision.
- La SCHL mesure les loyers payés et l'inoccupation des immeubles de trois logements et plus, avec des lettres de qualité et une variation estimative à logement constant distincte de la variation brute ; le TAL fournit les règles qui administrent la trajectoire des loyers contractuels, non des loyers observés.
- L'IPCB (18-10-0289-01) mesure un coût de construction ; l'IPLN un prix de logements neufs ; l'IPC un panier de consommation. Les séries résidentielles de Montréal commencent en 2017, celles de Québec en 2023 ; le tableau 18-10-0276-01 est archivé.
- Une base d'évaluation est une chaîne documentée : acquisition datée, normalisation, appariement par matricule, lot et adresse, épuration journalisée, enrichissement et dictionnaire ; sa reproductibilité est ce qui permet au rapport de décrire l'étendue des recherches.

Exercices

Exercice 13.1 — Classer les sources et budgéter une collecte ★

Pour chacune des sources suivantes, indiquez si la donnée est officielle ou d'industrie, sous quel régime de réutilisation elle est diffusée et ce qu'un rapport d'évaluation peut en reproduire : (a) les prix médians trimestriels de l'APCIQ ; (b) le tableau 18-10-0289-01 de Statistique Canada ; (c) le loyer moyen d'une zone de la SCHL ; (d) le rôle d'évaluation en format ouvert ; (e) les barèmes de la partie 3E du Manuel d'évaluation foncière ; (f) la fourchette de coûts du *Canadian Cost Guide*. Puis, avec la grille tarifaire du registre foncier en vigueur à compter du 1er avril 2025 (consultation à 1 $ par document, état certifié à 16 $ plus 16 $ par réquisition), calculez le coût de la lecture de l'index des immeubles et de l'acte de vingt-cinq comparables candidats et de trois états certifiés à une réquisition chacun.

Exercice 13.2 — Du prix d'acte au prix du comparable ★

Un acte de vente publié le 15 septembre 2026 déclare un prix de 612 000 $ « incluant les meubles » ; la fiche de courtage indique une promesse d'achat acceptée le 2 juillet 2026 et une liste d'inclusions dont la contrepartie documentée est de 12 000 $. Le marché du secteur progresse de 6 % par année (taux composé). Calculez le prix à retenir pour l'immeuble, le délai entre la promesse et l'acte en mois (une année de 365,25 jours), le facteur de correction de datation $(1 + g)^{\delta/12}$ et l'écart en dollars qu'introduirait, sur le prix transporté à la date d'évaluation, le fait de dater la vente à l'acte. Quel signe a ce biais et pourquoi ne se compense-t-il pas entre comparables ?

Exercice 13.3 — Signatures des ventes non représentatives ★★

Un extrait de registre foncier livre les transactions suivantes (fictives) pour un secteur. Pour chacune, dites quels champs du tableau 13.4 la signalent, si elle est à conserver, à ajuster ou à exclure, et ce qu'il faudrait vérifier dans une autre source : (a) vente de 1 $ entre deux personnes portant le même nom de famille, avec déclaration d'exonération du droit de mutation ; (b) vente par une institution financière, sans garantie de qualité, précédée à l'index d'un préavis d'exercice d'un droit hypothécaire ; (c) vente par « Succession X » à un acheteur sans lien, après une inscription de 52 jours chez un courtier ; (d) vente d'un lot nouvellement créé par une société de construction, prix incluant les taxes, promesse signée seize mois avant l'acte ; (e) vente d'une moitié indivise à l'autre copropriétaire ; (f) vente avec balance de prix de vente de 200 000 $ à 2 % sur cinq ans ; (g) vente de 4 800 $ d'une parcelle résiduelle ; (h) vente ordinaire par courtier dont le ratio prix/rôle uniformisé est de 0,55.

Exercice 13.4 — Lire l'Enquête sur les logements locatifs ★★

À partir du tableau 13.5 : (a) calculez la variation brute du loyer moyen des deux chambres entre octobre 2024 et octobre 2025 pour les six RMR et comparez-la à la variation estimative publiée ; (b) calculez le nombre de logements vacants implicite dans chaque RMR en octobre 2025 ; (c) pour un logement de deux chambres loué 1 300 $ à Montréal en octobre 2024, calculez le loyer indexé en octobre 2025 selon chacune des deux variations et l'écart annuel ; (d) expliquez dans quel cas chaque variation est la bonne et ce que signifie la lettre de qualité « c » attachée au taux d'inoccupation de Gatineau.

Exercice 13.5 — Lire un tableau de Statistique Canada par script ★★★

À l'aide du script `analysis/python/cases/ch13_sources.py` et du fichier `data/raw/statcan_18100289/18100289.csv`, extrayez les séries « Bâtiments résidentiels », agrégat des divisions, pour Montréal, pour la RMR de Québec et pour le

composite des quinze RMR. (a) Indiquez la première période disponible et le nombre d'observations de chaque série. (b) Calculez le facteur d'indexation du premier trimestre de 2023 au troisième trimestre de 2026 pour les trois séries et le taux de croissance annuel composé correspondant. (c) Pour Montréal et le composite, calculez aussi le facteur du troisième trimestre de 2019 au troisième trimestre de 2026, et expliquez pourquoi ce calcul est impossible pour Québec. (d) Un coût de construction de 350 000 $ établi à Québec au premier trimestre de 2023 doit être exprimé en dollars du troisième trimestre de 2026 : donnez le résultat avec la série de Québec, puis l'erreur commise si l'on utilise la série de Montréal ou le composite.

Exercice 13.6 — Concevoir une base et mesurer sa couverture ★★★

Sur un marché et une période donnés, un extrait du registre foncier compte, après exclusion des ventes non représentatives, 1 500 ventes sincères (chiffres fictifs) ; la base de courtage en compte 1 044, dont 920 ont pu être appariées à un acte par l'adresse et la date. Le prix moyen des ventes par courtier est de 510 000 $ et celui des autres ventes, connu du registre, de 455 000 $. (a) Calculez le taux de couverture, le taux d'appariement et le prix moyen du marché par l'équation (13.6), puis le biais absolu et relatif d'une statistique fondée sur le seul courtage. (b) Proposez, pour cette base, le schéma des tables et les clés d'appariement en vous appuyant sur le tableau 13.7 et sur les codes du tableau 13.8, et dites quelle clé relie chaque paire de sources. (c) Rédigez (200 mots) le contenu du fichier de sources et du journal des exclusions que le rapport devrait pouvoir produire, en précisant pour chaque source la licence et ce qui peut être reproduit.

Pour aller plus loin

Le manuel international sur les indices de prix des logements coordonné par Eurostat (Eurostat et al. 2013) consacre des chapitres entiers aux sources de données de prix (registres, prêteurs, courtage, annonces, évaluations) et à leurs biais de couverture et de datation ; c'est la référence méthodologique la plus complète sur les questions de la section 13.3. Krause et Lipscomb (2016) proposent un protocole de préparation des données immobilières, de l'acquisition à la documentation, qui a inspiré la chaîne de la section 13.6 ; Gloudemans (1999) et le Standard on Mass Appraisal de l'IAAO (International Association of Assessing Officers 2025) décrivent les exigences de collecte et de validation des ventes de l'évaluation de masse, dont le Manuel d'évaluation foncière du Québec (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026) est la transposition québécoise. Sur la construction d'indices à partir d'actes et sur leurs révisions, Case et Shiller (1987) et Silverstein (2014) restent les lectures de base, et Lentz et Wang (1998) passent en revue la qualité des données d'évaluation dans la chaîne hypothécaire. La recension de Kholodilin (2024) sur les effets du contrôle des loyers éclaire ce que mesurent, et ne mesurent pas, les loyers observés dans un parc encadré comme celui du Québec. Enfin, les sources primaires de ce chapitre sont les sources elles-mêmes : le Répertoire des renseignements prescrits du rôle (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2022a), les tableaux de la SCHL (Société canadienne d'hypothèques

et de logement 2025b), les métadonnées de Statistique Canada (Statistique Canada 2026e) et la méthodologie publiée dans les rapports de JLR (JLR 2026a) et de Teranet–Banque Nationale (King 2026) ; le lecteur qui veut aller plus loin commencera par les lire dans leur fichier brut, comme l'exemple de la section 13.7 l'a fait.

CHAPITRE 14

14

Nettoyage, géocodage et qualité des données

Les méthodes des parties IV à VII supposent toutes une chose que le chapitre 13 a montrée fragile : que les ventes, les loyers et les attributs dont on dispose décrivent fidèlement des transactions sincères entre parties informées. Or une base de données immobilières, qu'elle provienne du registre foncier, d'un système de courtage ou d'un rôle d'évaluation, contient toujours des inscriptions en double, des prix qui ne sont pas des prix de marché, des superficies saisies dans la mauvaise unité, des dates permutées, des coordonnées impossibles et des champs vides. Laisser ces anomalies en place ne produit pas une estimation « un peu moins précise » : une poignée de ventes à un dollar suffit à réduire à néant le pouvoir explicatif d'un modèle hédonique estimé sur six cents observations, et une vente entre personnes liées glissée parmi cinq comparables déplace l'indication de valeur de plusieurs dizaines de milliers de dollars. Le présent chapitre traite le nettoyage comme une étape méthodologique à part entière, avec ses règles, ses statistiques, ses diagnostics et son journal, plutôt que comme une corvée préalable. Il construit, à partir du jeu propre du cas 1, un jeu « brut » dans lequel des anomalies de chaque type ont été injectées selon des lois déclarées, puis il montre comment une chaîne de traitement reproductible les détecte, les corrige ou les exclut, et dans quelle mesure le modèle hédonique de référence du chapitre 18 est retrouvé. Il traite ensuite du géocodage des adresses, de l'appariement des transactions avec le rôle d'évaluation et de l'imputation des valeurs manquantes, avant de conclure sur ce que la reproductibilité exige de l'évaluateur.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- distinguer une erreur de saisie, une transaction non représentative, une valeur aberrante et une observation influente, et mesurer l'effet de chacune sur un estimateur ;
- écrire des règles déterministes de validation (doublons, unités, dates, prix symboliques, coordonnées, conditions de vente) qui corrigent ce qui peut l'être et excluent le reste, en journalisant chaque décision ;

- calculer et interpréter le score robuste fondé sur la médiane et l'écart absolu médian, comprendre pourquoi il résiste au masquage et choisir son seuil ;
- dériver le levier, le résidu studentisé et la distance de Cook d'une régression et s'en servir pour repérer les ventes qui ne se conforment pas au marché sans « nettoyer vers le modèle » ;
- décrire les sources québécoises de géocodage et la hiérarchie de précision des techniques, puis quantifier l'effet d'une erreur de position sur les variables de distance et de voisinage ;
- apparier des transactions au rôle d'évaluation par clé exacte, par clé normalisée et par concordance d'attributs, et mesurer le taux d'appariement ;
- traiter les valeurs manquantes par suppression, médiane conditionnelle, régression ou indicateur, en explicitant l'hypothèse sur le mécanisme de manque ;
- tenir un journal d'exclusions et fixer graine, versions et seuils pour qu'un tiers reproduise exactement le jeu nettoyé.

14.1 Pourquoi le nettoyage est une étape d'estimation

14.1.1 Quatre choses que l'on confond sous le mot « aberrant »

Le vocabulaire courant range sous une même étiquette des phénomènes qui appellent des traitements différents. Il faut d'abord distinguer l'**erreur de donnée**, c'est-à-dire une valeur qui ne correspond pas à la réalité de la transaction (une superficie de 1 776 notée dans un champ en mètres carrés alors qu'elle a été relevée en pieds carrés), de la **transaction non représentative**, c'est-à-dire une valeur exacte mais qui ne renseigne pas sur la valeur marchande (un prix de 1 $ dans un acte qui règle une donation entre conjoints, ou un prix de 250 000 $ pour une maison cédée par un père à sa fille). La première se corrige quand la règle qui l'a produite est connue ; la seconde s'exclut, ou s'ajuste si l'effet des conditions de vente est mesurable, comme on l'a vu au chapitre 16. Il faut ensuite distinguer la **valeur aberrante** (*outlier*), observation dont la valeur est éloignée de la masse des autres observations sur une ou plusieurs variables, de l'**observation influente**, dont la présence modifie sensiblement les résultats d'une estimation. Une maison de 280 m² vendue 850 000 $ est aberrante par rapport à des voisines de 130 m² sans être erronée ni non représentative, et elle peut être très influente dans une régression parce qu'elle tire la pente de la superficie ; à l'inverse, une vente à prix dérisoire au cœur du nuage de points est non représentative et influente sans être aberrante sur aucune variable prise isolément.

Définition 14.1 : Anomalie, aberration, influence

Dans une base de ventes, on appelle *anomalie* toute inscription dont au moins un champ viole une contrainte de validité (unité, domaine, cohérence interne, unicité) ou dont les conditions de vente ne satisfont pas la définition de la valeur marchande. Une observation est *aberrante* si sa distance au centre de la distribution, mesurée dans une métrique robuste, dépasse un seuil déclaré ; elle est *influente* si l'estimateur calculé sans elle diffère sensiblement de l'estimateur calculé avec elle. Les trois notions sont logiquement indépendantes : une anomalie peut n'être ni aberrante ni influente, et une

> observation influente peut être parfaitement exacte.

Ces distinctions commandent l'ordre des traitements. Les anomalies détectables par une règle, parce qu'elles violent une contrainte connue, se traitent d'abord et sans statistique : il serait absurde de calculer un score robuste sur des prix dont certains sont des prix de meubles compris et d'autres des prix nets. Les aberrations se détectent ensuite, variable par variable, puis conditionnellement au modèle, parce qu'une valeur plausible en soi peut être impossible étant donné les autres caractéristiques du bien. L'influence se mesure en dernier, sur le modèle qui servira effectivement à l'évaluation, et elle ne conduit à l'exclusion que si elle s'accompagne d'une raison, statistique ou documentaire, de croire que l'observation n'appartient pas au marché étudié. Krause et Lipscomb (2016) ont proposé un protocole de préparation des données immobilières dont l'esprit est le même : expliciter, dans l'ordre, les règles, les filtres et les décisions, et conserver la trace de chacune.

14.1.2 L'effet d'une contamination sur les estimateurs usuels

Pour comprendre pourquoi quelques anomalies suffisent à ruiner une estimation, considérons le modèle de contamination le plus simple. Une proportion $1-\varepsilon$ des observations provient de la loi des ventes sincères, de moyenne μ et d'écart-type σ en logarithme du prix, et une proportion ε provient d'une loi décalée de δ (par exemple $\delta = \ln 0{,}5 \approx -0{,}693$ pour des ventes conclues à la moitié du marché). L'espérance de la moyenne arithmétique des logarithmes est alors

$$\mathrm{E}[\bar{y}] = (1-\varepsilon)\,\mu + \varepsilon\,(\mu+\delta) = \mu + \varepsilon\,\delta, \tag{14.1}$$

et sa variance par observation passe de σ^2 à $\sigma^2 + \varepsilon(1-\varepsilon)\delta^2$. Le biais $\varepsilon\delta$ est proportionnel à la part des observations contaminées et à l'ampleur du décalage, sans borne : il suffit d'un δ assez grand pour qu'une seule observation emporte la moyenne, ce qui est exactement ce que fait un prix de 1 $ dont le logarithme vaut zéro au milieu de valeurs proches de treize. On dit que la moyenne a un **point de rupture** nul. La médiane, au contraire, n'est pas affectée tant que $\varepsilon < 1/2$, quelle que soit l'ampleur du décalage : son point de rupture est de cinquante pour cent, le maximum possible pour un estimateur de position. Les travaux de Hampel (1974) sur la fonction d'influence ont donné à cette intuition un cadre général dont la section 14.3 tire le score robuste.

Les moindres carrés ordinaires héritent de la fragilité de la moyenne, et l'aggravent : chaque observation pèse sur les coefficients en proportion de son résidu *et* de l'éloignement de ses régresseurs, comme le montrera la section 14.4. Le tableau 14.8 de l'exemple intégral en donne la mesure sur le jeu brut du cas 1 : avec cinq prix à 1 $ parmi 573 lignes complètes, le coefficient de détermination du modèle hédonique tombe de 0,853 à 0,039, l'écart-type résiduel passe de 0,083 à 1,231 et l'élasticité du prix à la superficie, qui vaut 0,54 sur le jeu propre, est estimée à 0,20. Un modèle estimé sur des données non nettoyées n'est pas approximativement bon ; il est sans valeur.

Données synthétiques

Le jeu brut de ce chapitre, `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes_brut.csv`, est construit par le script `analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py` (graine

20261031) à partir des 600 ventes synthétiques du cas 1 (`cas1_gatineau_ventes.csv`, chapitre 16). Le script tire sans remise 109 lignes qu'il altère selon les lois du tableau 14.1, puis ajoute 18 copies d'inscriptions, ce qui donne 618 inscriptions et 127 anomalies. Il écrit aussi la table de vérité (`cas1_gatineau_anomalies_injectees.csv`), un extrait de rôle fictif (`cas1_gatineau_role_extrait.csv`) et, après traitement, le journal d'exclusions (`cas1_gatineau_journal_exclusions.csv`). Les matricules et les adresses sont fictifs et ne correspondent à aucune unité d'évaluation réelle ; les proportions d'anomalies, environ 18 % des lignes, sont volontairement élevées pour que chaque mécanisme soit visible et ne mesurent pas la fréquence des anomalies dans une source réelle. Le jeu brut conserve une colonne de traçabilité pédagogique (`id_vente_origine`) qu'un vrai fichier n'aurait pas et que le pipeline ne lit jamais. Les lois sont documentées dans `data/synthetic/README-brut.md` ; tous les chiffres du chapitre sont imprimés par le script et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch14.py`.

Tableau 14.1. Anomalies injectées dans le jeu brut du cas 1 (données synthétiques)

Anomalie	n	Loi d'injection	Détection attendue
Doublon d'inscription	18	copie intégrale sous un nouvel identifiant ; pour 6 copies, date d'acte décalée de 1 à 3 jours	règle R1
Prix symbolique	5	prix remplacé par 1 $	règle R4
Meubles inclus	8	montant de meubles $\sim U(8\,000; 35\,000)$, arrondi à 500 $, ajouté au prix	règle R3 (correction)
Superficie en pi^2	12	superficie habitable multipliée par 10,7639	règle R5 (correction)
Dates inversées	10	permutation de la date de promesse et de la date d'acte	règle R2 (correction)
Coordonnées nulles	9	latitude et longitude mises à zéro	règle R6, puis géocodage de repli G1
Coordonnées hors zone	6	signe de la longitude inversé ou latitude et longitude permutées	règle R6, puis G1
Vente liée déclarée	8	prix multiplié par $U(0{,}40; 0{,}60)$; champ « type de transaction » renseigné (personnes liées, succession)	règle R7
Vente liée non déclarée	6	prix multiplié par $U(0{,}40; 0{,}60)$; champ laissé à « ordinaire »	scores robustes S1 ou régression E1
Terrain manquant	20	superficie du terrain effacée	imputation I1
Qualité manquante	15	cote de qualité effacée	imputation I1
Année manquante	10	année de construction effacée	imputation I1

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py, graine 20261031 ; lignes tirées sans remise, disjointes

La figure 14.1 montre le jeu brut et le jeu nettoyé dans le plan superficie–prix. En échelle

logarithmique, les cinq prix symboliques forment une ligne isolée tout en bas du graphique, les douze superficies en pieds carrés une grappe à droite ; les ventes liées, elles, se fondent dans la partie basse du nuage et ne se distinguent pas à l'œil. C'est la raison d'être des sections qui suivent : les anomalies grossières se voient et se règlent par des règles ; les anomalies fines exigent des statistiques conditionnelles.

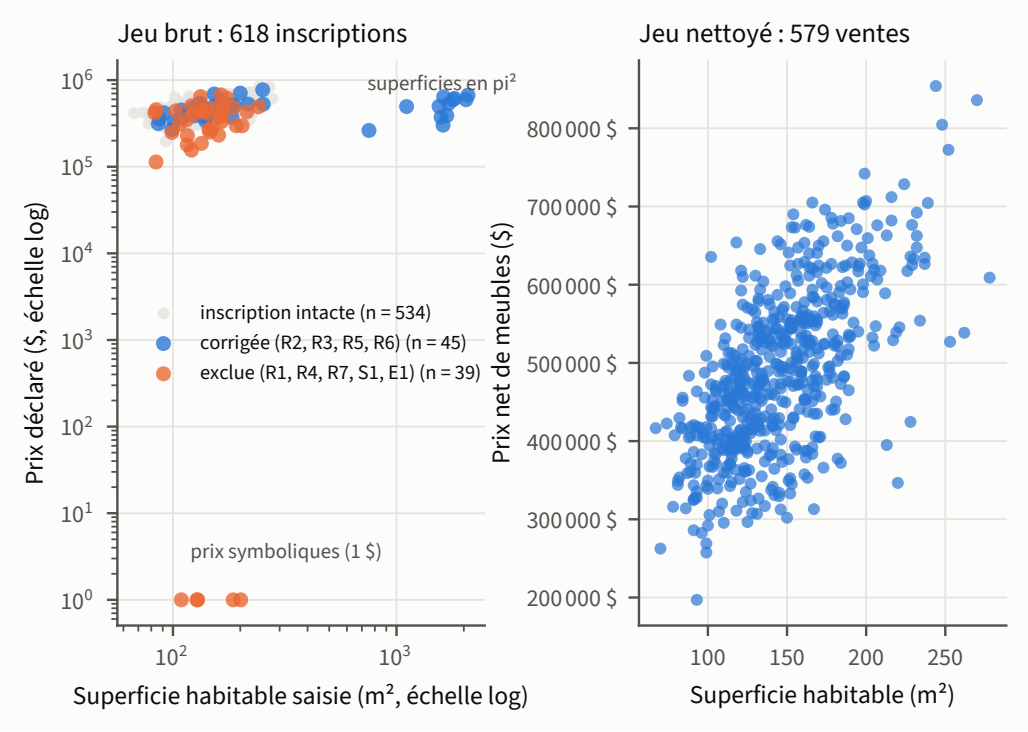


FIGURE 14.1. Les 618 inscriptions du jeu brut (à gauche, échelles logarithmiques) et les 579 ventes du jeu nettoyé (à droite). Dans le jeu brut, les inscriptions corrigées par une règle (dates, meubles, unité, coordonnées) et celles qui seront exclues (doublons, prix symboliques, ventes non représentatives, aberrations) sont distinguées ; les prix à un dollar et les superficies saisies en pieds carrés sont immédiatement visibles, les ventes liées ne le sont pas.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch14_figures.py, graine 20261031

14.2 Les règles déterministes

14.2.1 Ce qu'une règle peut et ne peut pas faire

Une **règle de validation** est un test logique appliqué à chaque inscription, dont le résultat déclenche une action fixée d'avance : corriger, exclure, signaler. Sa force est d'être exacte, reproductible et explicable à un tiers ; sa limite est qu'elle ne détecte que ce qu'elle cherche. Une règle ne devrait corriger une valeur que lorsque le mécanisme de l'erreur est connu et que la correction est univoque : diviser par 10,7639 une superficie habitable de 1 776 m² suppose que l'on sait que cette valeur a été saisie en pieds carrés et non qu'il s'agit d'un manoir de 1 776 mètres carrés ; dans le marché unifamilial du cas 1, où la plus grande maison

du jeu propre mesure 278 m², le test « supérieure à 450 m² et plausible une fois divisée » tranche sans ambiguïté, mais il devrait être reconsidéré pour un marché de propriétés de prestige. Lorsque le mécanisme n'est pas connu, la règle doit exclure ou signaler, jamais deviner.

Le tableau 14.2 présente les sept règles appliquées au jeu brut du cas 1, dans l'ordre où elles le sont, avec leur effet sur le nombre d'inscriptions. L'ordre n'est pas indifférent. Les dates sont permutées avant que les doublons ne soient recherchés, parce que la clé de dédoublonnage contient la date de promesse ; la contrepartie des meubles est retranchée avant que le prix symbolique ne soit testé, parce qu'un prix de 15 000 $ après meubles doit être comparé au même seuil que les autres ; l'unité de superficie est corrigée avant tout calcul de prix au mètre carré ; et les conditions de vente déclarées sont examinées en dernier, parce qu'elles excluent des inscriptions dont les autres champs ont pu servir, entre-temps, à repérer un doublon.

Tableau 14.2. Règles déterministes appliquées au jeu brut du cas 1 et effet sur le nombre d'inscriptions

Règle	Test	Action	Touchées	Conservées
—	lecture du fichier, typage, suppression des colonnes dérivées	—	—	618
R2	date d'acte antérieure à la date de promesse	permutation des deux dates	10	618
R1	même clé d'unité normalisée, même promesse, même prix ; puis mêmes attributs, même promesse, même prix	exclusion ; l'inscription la plus récente est conservée	18	600
R3	montant de meubles non nul	prix net = prix déclaré − meubles	8	600
R4	prix net inférieur à 5 000 $	exclusion	5	595
R5	superficie habitable supérieure à 450 m² et comprise entre 40 et 400 m² une fois divisée par 10,7639	division par 10,7639	12	595
R6	coordonnées nulles ou hors de l'emprise du marché (latitude 45,20–45,80, longitude −76,10 à −75,20)	invalidation, puis géocodage de repli (G1)	15	595
R7	type de transaction déclaré autre qu'ordinaire (personnes liées, succession, reprise)	exclusion	8	587

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py

14.2.2 Les pièges propres aux données de transaction

Les sept règles répondent à des pièges que le chapitre 13 a décrits et qu'il faut maintenant traduire en tests. Le *doublon d'inscription* naît lorsqu'une même vente est saisie deux fois, par exemple parce que l'acte a été réinscrit après une correction ou parce que deux sources ont été fusionnées. La clé naturelle de dédoublonnage est l'unité d'évaluation, identifiée par son matricule, combinée à la date de la promesse et au prix ; mais le matricule est souvent absent ou saisi avec des séparateurs différents, de sorte qu'une seconde passe sur les attributs physiques est nécessaire, comme le montre la règle R1 qui, dans le jeu du cas 1, repère treize

doublons par la clé normalisée et cinq autres par les attributs. L'*inversion des dates* tient à la coexistence de deux dates dans toute vente : celle de l'acceptation de la promesse d'achat, qui fixe le prix, et celle de la signature de l'acte notarié, qui le publie. Le chapitre 16 a établi que la première est la date pertinente pour les conditions du marché ; une base qui ne contient que la date d'acte doit être corrigée d'un délai typique, et une base qui contient les deux doit vérifier leur ordre. Les *meubles inclus* apparaissent lorsque l'acte déclare un prix global pour l'immeuble et des biens meubles ; la contrepartie attribuée aux meubles, souvent fixée pour des raisons fiscales, doit être retranchée avant toute comparaison, et sa vraisemblance vérifiée. Le *prix symbolique* signale une donation, un transfert entre sociétés liées ou une régularisation de titre ; le seuil de 5 000 $ retenu ici reprend la convention du règlement sur la proportion médiane, qui écarte des études de ratios les ventes d'un montant inférieur (Québec 1993a), et il est aussi celui qu'applique JLR dans ses statistiques tirées du registre foncier (JLR 2026a). L'*erreur d'unité* est la plus insidieuse des erreurs de saisie, parce que la valeur erronée est un nombre parfaitement plausible dans l'autre unité ; au Québec, où les fiches de courtage affichent couramment les superficies en pieds carrés et le rôle en mètres carrés, elle est fréquente lors des fusions de sources, et le chapitre 12 a montré qu'une erreur de superficie se propage directement à la valeur. Les *coordonnées invalides* proviennent d'un géocodage échoué (zéro par défaut), d'une permutation des colonnes ou d'un signe perdu ; un test d'emprise suffit à les repérer, mais pas à les corriger, ce qui renvoie à la section 14.5. Enfin, les *conditions de vente déclarées* ne sont connues que si la source les enregistre : les déclarations faites dans l'acte aux fins des droits de mutation, l'historique de courtage ou l'entretien avec une partie peuvent révéler un lien entre les parties, une succession, une reprise de finance ; lorsque l'information existe, la règle R7 l'applique, et lorsqu'elle n'existe pas, seules les méthodes statistiques des sections suivantes peuvent repérer la vente.

Les sources québécoises et leurs champs de contrôle

Le registre foncier publie l'acte de vente et son prix déclaré, les parties et la date de signature, mais ni la date de la promesse ni les inclusions ; sa consultation est tarifée à l'unité (Gouvernement du Québec 2026h). En évaluation foncière municipale, le Manuel d'évaluation foncière du Québec impose la tenue d'un fichier des mutations immobilières (partie 2A) dont les ventes sont conservées au moins quatre ans, d'un dossier de propriété (2C) et d'un système d'information géographique fondé sur le matricule (2B) (Québec 1994, art. 3–6), de sorte que les données municipales comportent, par construction, une clé d'unité et une codification des conditions de vente qui facilitent les règles R1 et R7 ; le chapitre 9 décrit ce cadre. Le règlement sur la proportion médiane fournit, pour les études de ratios, une épuration codifiée : ventes d'au moins 5 000 $, puis retrait des ratios qui s'écartent de plus de deux écarts-types de la moyenne (Québec 1993a). Les données ouvertes du rôle diffusées par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (1 140 fichiers XML, licence CC BY 4.0) contiennent les superficies, l'année de construction et les valeurs, mais les cadastres, les noms et les adresses postales des propriétaires y sont caviardés et leur réidentification est interdite (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a) ; elles servent de référence d'attributs, non de source d'adresses. Les statistiques de l'APCIQ et de JLR, enfin, sont diffusées sous des conditions d'utilisation qui exigent l'attribution et interdisent la

reproduction des tableaux (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026f ; JLR 2026a). Dates de consultation : 31 octobre 2026.

14.3 Les scores robustes

14.3.1 Médiane, écart absolu médian et constante de cohérence

Une fois les règles appliquées, les anomalies restantes sont celles qu'aucune contrainte connue ne détecte : prix trop bas sans déclaration de lien, terrain anormalement petit ou grand pour son secteur, superficie incompatible avec le nombre de pièces. On les cherche d'abord variable par variable, en mesurant l'éloignement de chaque observation au centre de sa distribution. Le score classique $(x_i - \bar{x})/s$ est inutilisable à cette fin, pour la raison vue à la section 14.1 : les anomalies que l'on cherche gonflent s et déplacent $\bar{x}$, de sorte qu'elles se masquent elles-mêmes et masquent leurs voisines. On remplace donc la moyenne par la médiane et l'écart-type par l'**écart absolu médian** (MAD, *median absolute deviation*),

$$\mathrm{MAD} = \mathrm{méd}_i \left| x_i - \mathrm{méd}_j \, x_j \right|, \tag{14.2}$$

qui a lui aussi un point de rupture de cinquante pour cent. Le **score robuste** d'une observation est alors

$$z_i = \frac{x_i - \mathrm{méd}_j \, x_j}{1{,}4826 \ \mathrm{MAD}}. \tag{14.3}$$

Proposition 14.1 : Constante de cohérence du MAD

Si X suit une loi normale d'écart-type σ, alors $\mathrm{E}[\mathrm{MAD}] \to \sigma \, \Phi^{-1}(3/4) \approx 0{,}6745 \, \sigma$ lorsque $n \to \infty$, de sorte que $1{,}4826 \, \mathrm{MAD}$ est un estimateur convergent de σ et que le score (14.3) se lit, sous normalité, comme un score en unités d'écart-type.

Démonstration. Pour une loi normale de moyenne μ et d'écart-type σ, la médiane est μ et $|X - \mu|/\sigma$ suit la loi normale repliée, dont la médiane m vérifie $\Pr(|Z| \le m) = 1/2$, soit $2\Phi(m) - 1 = 1/2$ et $m = \Phi^{-1}(3/4) = 0{,}6745$. La médiane empirique des écarts absolus converge vers $0{,}6745 \, \sigma$, et $1/0{,}6745 = 1{,}4826$. □

La constante 1,4826 ne rend pas le score « normal » : elle le rend comparable à un score classique lorsque la masse des données est à peu près normale, ce qui permet d'utiliser les mêmes seuils. Les seuils usuels sont 2,5 (sévère), 3 (moyen) et 3,5 (tolérant), et le choix dépend du coût relatif d'un faux positif, c'est-à-dire d'une vente sincère écartée, et d'un faux négatif, c'est-à-dire d'une anomalie conservée ; Leys et al. (2013), dans une note souvent citée, recommandent 2,5 par défaut tout en soulignant que le seuil doit être déclaré avant l'examen des données. Rousseeuw et Croux (1993) ont proposé des estimateurs d'échelle plus efficaces que le MAD pour des distributions asymétriques ; le MAD reste la référence par sa simplicité et son point de rupture maximal. La règle de Tukey fondée sur l'écart interquartile, qui déclare aberrante toute valeur hors de $[Q_1 - 1{,}5\,(Q_3 - Q_1) ; \; Q_3 + 1{,}5\,(Q_3 - Q_1)]$, procède du même esprit ; elle correspond, sous normalité, à un seuil d'environ 2,7 écarts-types.

Le choix de la variable sur laquelle calculer le score compte autant que le seuil. Le prix lui-même varie légitimement d'un facteur quatre dans le jeu du cas 1 selon la taille et le secteur ;

le logarithme du prix au mètre carré, calculé par secteur, neutralise les deux premières sources de variation et laisse apparaître les prix anormalement bas pour ce qu'ils sont. De la même façon, le logarithme du terrain est examiné par secteur, parce que les terrains de Buckingham et de Masson-Angers sont, par construction du jeu, deux fois plus grands que ceux de Hull. Un score robuste calculé sur une variable mal choisie produit des faux positifs à la pelle.

14.3.2 L'effet de masquage, mesuré

Le tableau 14.3 compare, secteur par secteur, le score classique et le score robuste du logarithme du prix au mètre carré sur le jeu du cas 1 après les règles R1 à R3, c'est-à-dire pendant que les cinq prix symboliques sont encore présents. À Hull, où deux ventes à 1 $ subsistent parmi 193 inscriptions, l'écart-type classique du logarithme vaut 1,395 alors que l'écart-type robuste 1,4826 MAD vaut 0,181 : les deux anomalies ont multiplié par près de huit l'échelle de référence. Le score classique ne dépasse 3,5 en valeur absolue que pour ces deux ventes, dont le score vaut $-9{,}5$; toutes les autres observations, y compris les ventes liées non déclarées, sont ramenées à l'intérieur de l'intervalle d'acceptation par l'inflation de l'écart-type. Le score robuste, lui, place les deux prix symboliques à -74 et signale huit autres ventes, dont les ventes liées du secteur. La figure 14.2 montre les deux distributions : à gauche, une masse écrasée autour de zéro et deux points isolés ; à droite, une distribution dont la forme est celle du marché et dont les anomalies sont rejetées dans la queue gauche.

Tableau 14.3. Effet de masquage : scores classique et robuste du logarithme du prix au mètre carré, par secteur, avant le retrait des prix symboliques (données synthétiques)

Secteur	n	s	1,4826 MAD	$\lvert z_{\text{class.}}\rvert > 3{,}5$	$\lvert z_{\text{rob.}}\rvert > 3{,}5$	Prix à 1 $
Hull	193	1,395	0,181	2	10	2
Gatineau	207	0,976	0,190	1	5	1
Aylmer	126	1,662	0,184	2	4	2
Buckingham	44	0,678	0,192	1	3	0
Masson-Angers	48	0,354	0,206	1	1	0

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py (fonction `illustration_masquage`) ; jeu après R1–R3

Dans la chaîne de traitement du cas 1, les scores robustes interviennent après les règles et l'imputation, sur le jeu de 587 inscriptions, et ils portent sur trois variables : le logarithme du prix au mètre carré par secteur, le logarithme de la superficie habitable et le logarithme du terrain par secteur, avec un seuil de 3,5. Six inscriptions sont signalées (tableau 14.4) : quatre sont des ventes liées non déclarées, dont les prix au mètre carré sont inférieurs de 40 à 60 % à la médiane de leur secteur ; deux sont des ventes sincères, l'une parce qu'une très grande maison de plain-pied de 241 m² à Hull affiche un prix unitaire bas (ce qui est l'effet attendu d'une élasticité inférieure à un, vu au chapitre 16), l'autre parce que son terrain est exceptionnellement petit pour le secteur Gatineau. Ces deux faux positifs illustrent la limite d'un score univarié : il ne sait pas qu'un prix unitaire bas est normal pour une grande maison. C'est le rôle de la régression de le savoir.

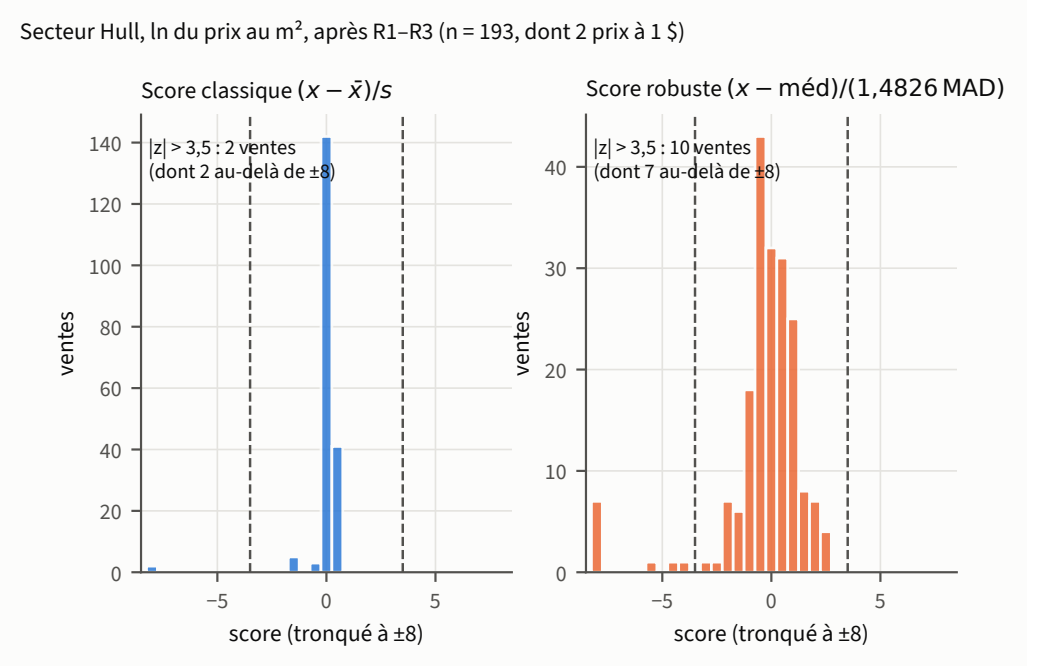


FIGURE 14.2. Distribution du score classique (à gauche) et du score robuste (à droite) du logarithme du prix au mètre carré pour les 193 inscriptions du secteur Hull après les règles R1 à R3, deux prix à un dollar compris ; les lignes tiretées marquent le seuil de ±3,5 et les scores sont tronqués à ±8. L'écart-type classique, gonflé par les deux anomalies, masque toutes les autres ; l'échelle robuste les révèle.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch14_figures.py

14.4 Les diagnostics de régression

14.4.1 La matrice chapeau et le levier

Le modèle hédonique de référence du cas 1, $\ln P_i = \mathbf{x}_i^\top \beta + \varepsilon_i$ avec les seize régresseurs décrits au chapitre 18 et estimé par `traite.cas1.hedonique`, fournit la métrique conditionnelle qui manquait aux scores univariés : une vente y est anormale si son prix s'écarte de ce que ses caractéristiques, sa localisation et sa date laissent attendre. Les valeurs ajustées s'écrivent $\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{H}\mathbf{y}$, où

$$\mathbf{H} = \mathbf{X}(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^\top, \qquad h_{ii} = \mathbf{x}_i^\top(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}\mathbf{x}_i, \qquad \sum_{i=1}^{n} h_{ii} = \operatorname{tr}\mathbf{H} = k, \tag{14.4}$$

est la **matrice chapeau** et h_{ii} le **levier** de l'observation i, compris entre $1/n$ et 1 lorsque le modèle contient une constante. Le levier mesure l'éloignement des régresseurs de l'observation par rapport au centre du nuage des régresseurs : une maison très grande, très vieille ou très excentrée a un levier élevé, indépendamment de son prix. Comme la trace vaut k, le levier moyen est k/n et la pratique signale les observations dont le levier dépasse $2k/n$ ou $3k/n$; dans le jeu du cas 1, $k = 16$ et $n = 581$ à la première itération, de sorte que le seuil $2k/n$ vaut 0,055 et que dix-huit ventes le dépassent, sans qu'aucune ne soit pour autant erronée.

14.4.2 Les résidus studentisés

Le résidu brut $e_i = y_i - \hat{y}_i$ a pour variance $\sigma^2(1 - h_{ii})$: les observations à fort levier ont des résidus mécaniquement plus petits, puisque la droite est attirée vers elles. Le **résidu studentisé interne** corrige cet effet,

$$r_i = \frac{e_i}{s\sqrt{1 - h_{ii}}}, \qquad s^2 = \frac{1}{n-k}\sum_{j=1}^{n} e_j^2, \tag{14.5}$$

mais il utilise une estimation s^2 de la variance qui contient le résidu que l'on examine. Le **résidu studentisé externe** l'en retire :

$$t_i = \frac{e_i}{s_{(i)}\sqrt{1 - h_{ii}}}, \qquad s_{(i)}^2 = \frac{(n-k)\,s^2 - e_i^2/(1-h_{ii})}{n-k-1}, \qquad t_i = r_i\sqrt{\frac{n-k-1}{n-k-r_i^2}}, \tag{14.6}$$

où $s_{(i)}^2$ est la variance résiduelle du modèle estimé sans l'observation i. Sous normalité des erreurs, t_i suit exactement une loi de Student à $n-k-1$ degrés de liberté, ce qui justifie le seuil de $|t_i| > 3$: la probabilité qu'une vente sincère le dépasse est d'environ 0,27 %, soit une à deux fausses alertes attendues sur six cents ventes. La forme externe a un avantage pratique décisif pour le nettoyage : une anomalie énorme gonfle s et se masque dans r_i, mais pas dans t_i, puisque $s_{(i)}$ ne la contient pas.

14.4.3 La distance de Cook

Le résidu dit si une vente est mal expliquée ; il ne dit pas si elle a pesé sur les coefficients. La **distance de Cook**, introduite par Cook en 1977, mesure le déplacement du vecteur des coefficients lorsque l'observation est retirée, dans la métrique de la précision de l'estimateur :

$$D_i = \frac{(\hat{\beta} - \hat{\beta}_{(i)})^\top \mathbf{X}^\top\mathbf{X}\,(\hat{\beta} - \hat{\beta}_{(i)})}{k\,s^2} = \frac{r_i^2}{k}\cdot\frac{h_{ii}}{1-h_{ii}}. \tag{14.7}$$

Proposition 14.2 : Identité de la distance de Cook

Les deux expressions de l'équation (14.7) sont égales : la distance de Cook se calcule sans réestimer le modèle n fois, comme le produit du carré du résidu studentisé interne par le rapport de levier $h_{ii}/(1-h_{ii})$, divisé par k.

Démonstration. Soit $\mathbf{A} = \mathbf{X}^\top\mathbf{X}$. Retirer la ligne i donne $\mathbf{A}_{(i)} = \mathbf{A} - \mathbf{x}_i\mathbf{x}_i^\top$, dont l'inverse, par la formule de Sherman–Morrison, est $\mathbf{A}^{-1} + \mathbf{A}^{-1}\mathbf{x}_i\mathbf{x}_i^\top\mathbf{A}^{-1}/(1-h_{ii})$. En écrivant $\hat\beta_{(i)} = \mathbf{A}_{(i)}^{-1}(\mathbf{X}^\top\mathbf{y} - \mathbf{x}_i y_i)$ et en développant, on obtient $\hat\beta - \hat\beta_{(i)} = \mathbf{A}^{-1}\mathbf{x}_i\, e_i/(1-h_{ii})$. La forme quadratique du numérateur vaut alors $e_i^2\,\mathbf{x}_i^\top\mathbf{A}^{-1}\mathbf{A}\mathbf{A}^{-1}\mathbf{x}_i/(1-h_{ii})^2 = e_i^2 h_{ii}/(1-h_{ii})^2$. En divisant par ks^2 et en reconnaissant $r_i^2 = e_i^2/(s^2(1-h_{ii}))$, il vient $D_i = r_i^2 h_{ii}/(k(1-h_{ii}))$. □

L'identité éclaire la nature de l'influence : elle est le produit de l'anormalité du prix (r_i^2) et de l'éloignement des caractéristiques ($h_{ii}/(1-h_{ii})$). Une vente à prix dérisoire d'une maison ordinaire a un résidu énorme et un levier faible ; une maison exceptionnelle vendue au prix attendu a un levier élevé et un résidu nul ; aucune des deux n'est aussi influente qu'une maison exceptionnelle vendue à un prix inattendu. Les seuils courants sont $D_i > 4/n$ pour signaler, et $D_i > 1$ pour considérer qu'une observation déplace à elle seule les coefficients d'une erreur-type. La statistique voisine DFFITS, $t_i\sqrt{h_{ii}/(1-h_{ii})}$, mesure le déplacement de la valeur ajustée de l'observation elle-même. Le test `test_ch14.py` vérifie numériquement l'identité en comparant, pour l'observation la plus influente du jeu propre, la forme fermée et la réestimation sans l'observation.

14.4.4 Nettoyer sans nettoyer « vers le modèle »

La règle de décision retenue dans la chaîne du cas 1 est d'exclure les ventes dont le résidu studentisé externe dépasse 3 en valeur absolue, de réestimer, et de répéter au plus une fois ; la distance de Cook et le levier sont calculés et journalisés, mais ne servent pas de critère d'exclusion. Ce choix mérite d'être justifié, parce qu'il touche à une objection sérieuse : écarter les observations que le modèle explique mal améliore mécaniquement l'ajustement du modèle, et un analyste qui exclurait sans retenue finirait par estimer un modèle parfait sur un échantillon qui ne ressemble plus au marché. Trois garde-fous répondent à l'objection. Le premier est le seuil : à $|t_i| > 3$, le nombre attendu de ventes sincères exclues est inférieur à deux sur six cents, et le tableau 14.9 montre qu'abaisser le seuil à 2,5 multiplie les faux positifs sans améliorer la détection. Le deuxième est le nombre d'itérations, limité à deux : une procédure qui converge vers un noyau d'observations parfaitement expliquées n'est plus un nettoyage. Le troisième est documentaire : chaque exclusion est inscrite au journal avec son résidu, sa distance de Cook et son levier, et l'évaluateur est tenu de chercher, pour chacune, une explication en dehors du modèle (vente liée, état exceptionnel, erreur de saisie non prévue) ; une vente qu'il ne peut expliquer autrement que par son résidu devrait être réintégrée, ou le modèle revu. Le levier et la distance de Cook (Cook 1977), eux, servent à autre chose : ils désignent les ventes qui pèsent le plus sur les coefficients et qu'il faut donc vérifier avec le plus de soin, dans l'esprit de ce que le chapitre 16 disait des comparables les plus proches.

La figure 14.3 montre les 581 ventes de la première itération dans le plan levier–résidu, la taille des points étant proportionnelle à la distance de Cook. Deux ventes dépassent le

seuil de résidu, avec des résidus externes de $-5{,}8$ et $-6{,}7$; ce sont les deux ventes liées non déclarées que les scores univariés avaient manquées, parce que leurs prix au mètre carré, bien que bas, restaient à l'intérieur de la dispersion de leur secteur. La plus influente des deux a une distance de Cook de 0,084, douze fois le seuil $4/n$, mais loin de 1 : aucune observation du jeu ne déplace à elle seule les coefficients de façon décisive, ce qui est attendu d'un jeu de six cents ventes homogènes. Les dix-huit ventes à levier élevé, à droite de la ligne pointillée, ont des résidus ordinaires : ce sont les maisons les plus grandes, les plus anciennes et les plus excentrées du jeu, exactes et conservées. Après exclusion des deux ventes, la seconde itération ne signale plus rien, et l'écart-type résiduel passe de 0,0897 à 0,0837.

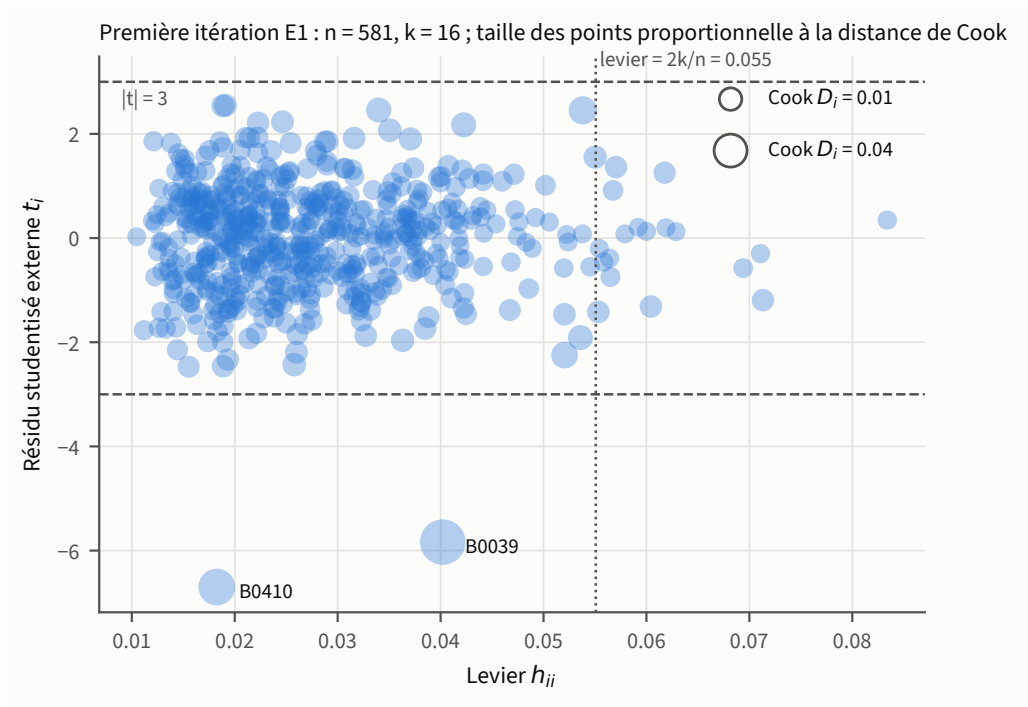


Figure 14.3. Résidu studentisé externe en fonction du levier pour les 581 ventes soumises à la première itération du diagnostic de régression ; la taille des points est proportionnelle à la distance de Cook. Les deux ventes sous la ligne $t_i = -3$ sont les ventes liées non déclarées que les scores univariés n'avaient pas repérées ; les ventes à droite du seuil de levier $2k/n$ sont des maisons atypiques mais exactes.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch14_figures.py

14.5 Le géocodage

14.5.1 De l'adresse à la coordonnée

Les méthodes spatiales du chapitre 19, la sélection par rayon du chapitre 16 et les variables de distance du modèle hédonique exigent que chaque vente ait des coordonnées. Le **géocodage** est l'opération qui associe une coordonnée à une adresse, et sa précision dépend de la technique et de la source. La technique la plus précise attribue à l'adresse un *point d'adresse* relevé sur le bâtiment ou l'entrée ; la suivante prend le *centroïde de la parcelle* cadastrale ;

Tableau 14.4. Les huit ventes exclues par les scores robustes (S1) et par la régression (E1), avec leur nature réelle dans la table de vérité (données synthétiques)

Inscr.	Secteur	Sup. (m²)	Prix ($)	z prix/m²	z terrain	t_i	D_i	Nature réelle
Étape S1 — scores robustes, seuil 3,5								
B0173	Hull	121	155 500	−6,50	0,37	—	—	liée, non déclarée
B0006	Aylmer	160	231 500	−5,47	−0,34	—	—	liée, non déclarée
B0105	Hull	116	179 000	−5,32	0,26	—	—	liée, non déclarée
B0003	Hull	241	492 000	−3,51	−2,06	—	—	sincère (faux positif)
B0021	Aylmer	165	334 000	−3,50	1,05	—	—	liée, non déclarée
B0558	Gatineau	174	622 000	0,19	−3,92	—	—	sincère (faux positif)
Étape E1 — résidu studentisé externe, seuil 3, première itération ($n = 581$, $k = 16$)								
B0410	Hull	99	249 000	—	—	−6,70	0,048	liée, non déclarée
B0039	Gatineau	150	282 500	—	—	−5,84	0,084	liée, non déclarée

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py ; les scores z sont calculés par secteur sur le logarithme

la troisième, historiquement la plus répandue, *interpole* la position le long du segment de rue à partir des tranches de numéros civiques de ses deux extrémités ; la dernière, faute de mieux, affecte à l'adresse le centroïde de son *code postal* ou d'une autre unité géographique. Zandbergen (2008) a comparé ces techniques sur des adresses réelles et établi que l'erreur de position croît dans cet ordre, l'interpolation le long de la rue produisant des erreurs de plusieurs dizaines de mètres en milieu urbain et bien davantage en milieu rural, où les segments sont longs et les numéros irréguliers ; Ratcliffe (2001) avait montré auparavant que ces erreurs suffisent à affecter une proportion non négligeable d'adresses à la mauvaise parcelle ou à la mauvaise unité de recensement. Pour l'évaluateur, la conséquence est double : une variable de distance (au centre, à une école, à une nuisance) hérite de l'erreur de position, et une structure de voisinage (les k plus proches ventes, le rayon de recherche) peut changer de composition.

Les sources québécoises de géocodage

Le ministère des Ressources naturelles et des Forêts diffuse sur Données Québec, sous licence CC BY 4.0, la gamme *Adresses Québec* (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026a), géobase routière couvrant tout le territoire, qui comprend le réseau routier avec ses odonymes officiels (AQréseau), les adresses par tranches et par points, les codes postaux, un service Web d'adresses (AQgéobâti) et un service de géocodage ; la fiche du jeu de données annonce une transition de cette gamme vers le *Référentiel québécois des adresses* et le *Référentiel québécois du transport terrestre* jusqu'à la fin de 2026. Le Référentiel québécois des adresses (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026b), mis à jour mensuellement, rassemble l'ensemble des adresses municipales avec leur numéro, leur suffixe, leur unité, leur odonyme, leur municipalité, leur code postal, leur usage principal et leurs coordonnées ; il est produit avec les municipalités, Élections Québec, le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation et le ministère des Transports et de la Mobilité durable (fiches Données

Québec consultées le 31 octobre 2026). Les versions géoréférencées du rôle d'évaluation en format ouvert (FGDB, GeoPackage, GeoJSON) fournissent la géométrie des unités d'évaluation, donc des centroïdes de parcelle, mais sans adresse de propriétaire (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a). Les grandes villes publient en outre leurs propres jeux de points d'adresses, comme la Ville de Québec. Quant au code postal canadien, ses trois premiers caractères désignent une région de tri d'acheminement et les trois derniers une unité de distribution locale ; en milieu urbain dense, une unité de distribution correspond souvent à un côté d'îlot, en milieu rural à un vaste territoire, de sorte que la précision d'un centroïde de code postal varie de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres. Le fichier de conversion des codes postaux de Statistique Canada et les coordonnées de la Société canadienne des postes sont diffusés sous licence et n'ont pas été consultés pour cet ouvrage ; aucun chiffre de précision n'est donc avancé ici pour ces produits.

14.5.2 Une simulation sur les coordonnées du cas 1

Faute d'adresses réelles à géocoder, on peut mesurer ce que coûte une erreur de position en perturbant les coordonnées propres du cas 1 par un bruit gaussien isotrope d'écart-type σ_g par axe, dont la norme suit une loi de Rayleigh de médiane $\sigma_g\sqrt{2\ln 2} \approx 1{,}177\,\sigma_g$. Les cinq valeurs de σ_g du tableau 14.5, de 5 mètres à 1 kilomètre, sont des hypothèses pédagogiques qui respectent la hiérarchie établie par Zandbergen (2008) sans prétendre reproduire ses mesures. Trois conséquences sont calculées : la part des 600 ventes dont l'appartenance au rayon de 3 kilomètres autour du sujet (103 ventes dans le jeu propre) change ; la part des huit plus proches voisins de chaque vente, au sens de la matrice de poids du chapitre 19, qui est conservée ; et le coefficient de la distance au centre dans le modèle hédonique.

Tableau 14.5. Effet simulé d'une erreur de position sur les variables spatiales du cas 1, par technique de géocodage (écarts-types hypothétiques)

Technique	σ_g (m)	Méd. (m)	P95 (m)	Rayon (%)	Voisins (%)	$\hat{\beta}_{\text{dist}}$
Point d'adresse	5	6	12	0,00	99,1	−0,003 6
Centroïde de parcelle	15	18	35	0,00	97,1	−0,003 6
Interpolation le long de la rue	40	47	97	0,33	93,1	−0,003 6
Centroïde de code postal, urbain	150	177	368	1,33	76,1	−0,003 6
Centroïde de code postal, périurbain	1 000	1 199	2 364	6,67	17,6	−0,000 3

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py (fonction `simulation_geocodage`) ; Méd. = erreur médiane, P95 = 95e centile, Rayon = part des ventes dont l'appartenance au rayon de 3 km change, Voisins = part des huit plus proches voisins conservés ; coefficient de référence −0,0036 ; les σ_g sont des hypothèses, non des mesures

La lecture du tableau tient en une phrase : les variables lisses résistent, les structures discrètes non. Le coefficient de la distance au centre, qui agit sur une échelle de kilomètres, est insensible à des erreurs de quelques dizaines de mètres et ne s'efface qu'avec le centroïde périurbain ; l'appartenance au rayon de recherche ne change que pour les ventes situées près de la frontière du cercle, soit moins de 2 % jusqu'au centroïde urbain. Mais la composition des huit plus proches voisins, qui fonde les matrices de poids des modèles spatiaux, se dégrade dès l'interpolation de rue (7 % des voisins remplacés) et s'effondre avec les centroïdes de

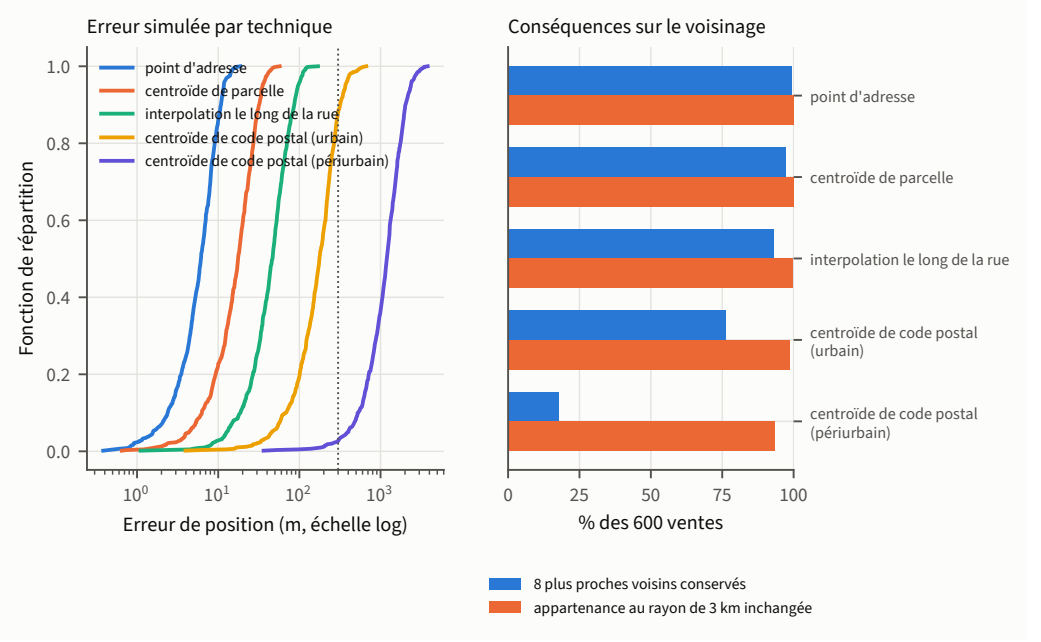


FIGURE 14.4. À gauche, fonction de répartition de l'erreur de position simulée pour cinq techniques de géocodage (écarts-types hypothétiques de 5 m à 1 km) ; à droite, part des 600 ventes dont les huit plus proches voisins sont conservés et dont l'appartenance au rayon de 3 km du sujet est inchangée. La structure de voisinage se dégrade bien avant que le coefficient de distance du modèle hédonique ne bouge.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch14_figures.py

code postal (un quart puis quatre cinquièmes des voisins remplacés). Un modèle spatial estimé sur des coordonnées de code postal mesure donc une dépendance spatiale entre de mauvais voisins ; la section 14.9 recommande de conserver, pour chaque vente, la technique de géocodage dans une colonne de précision, comme le fait le pipeline du cas 1 avec ses quinze coordonnées de repli placées au centre de leur secteur.

14.6 L'appariement des transactions au rôle

14.6.1 Clés, normalisation et blocage

Une base de ventes gagne considérablement à être enrichie des attributs du rôle d'évaluation : superficies mesurées selon une convention uniforme, année de construction, nombre de logements, valeur au rôle qui servira d'indicateur de qualité au chapitre 9. L'opération est un **appariement d'enregistrements** (*record linkage*) entre deux fichiers qui ne partagent pas toujours une clé fiable. La clé idéale est le matricule de l'unité d'évaluation, identifiant unique au sein d'une municipalité ; mais il est saisi avec ou sans tirets, avec ou sans espaces, parfois tronqué ou mal frappé, et il manque dans une partie des transactions. L'adresse civique est la clé de rechange, dont la variabilité d'écriture est pire encore (abréviations, accents, numéros d'unité, odonymes renommés) ; les renvois d'odonymes du Référentiel québécois des adresses existent précisément pour suivre les changements de noms de rues.

L'appariement procède par paliers de confiance décroissante. Le premier palier apparie sur la clé exacte. Le deuxième normalise la clé (chiffres seulement pour un matricule ; casse, accents, abréviations et ponctuation unifiées pour une adresse) et apparie sur la forme normalisée. Le troisième, lorsque la clé est absente ou erronée, compare les attributs : on restreint d'abord la recherche à un **bloc** de candidats plausibles (même secteur, même année de construction), puis on exige la concordance d'attributs continus à une tolérance près (superficie du terrain à 2 % près), et l'on n'accepte l'appariement que s'il est unique. La théorie de Fellegi et Sunter (1969) formalise ce troisième palier : pour chaque champ j, on note m_j la probabilité que les deux enregistrements concordent s'ils décrivent la même unité et u_j la probabilité qu'ils concordent par hasard s'ils décrivent des unités différentes ; le poids d'une paire est

$$w = \sum_{j} w_j, \qquad w_j = \begin{cases} \log_2 \dfrac{m_j}{u_j} & \text{si le champ } j \text{ concorde,} \\[2ex] \log_2 \dfrac{1 - m_j}{1 - u_j} & \text{sinon,} \end{cases} \tag{14.8}$$

et l'on déclare la paire appariée au-dessus d'un seuil supérieur, non appariée sous un seuil inférieur, et à vérifier manuellement entre les deux. Un champ très discriminant (le matricule, pour lequel u_j est minuscule) apporte un poids élevé ; un champ peu discriminant (le secteur, que partagent des centaines d'unités) n'apporte presque rien. La variante déterministe du cas 1, qui exige la concordance de tous les champs du bloc et l'unicité du candidat, revient à fixer des poids infinis ; elle est plus simple à expliquer et suffit lorsque les attributs continus sont précis.

14.6.2 Résultats sur le cas 1

Le script du chapitre construit un extrait de rôle fictif de 600 unités et des transactions dont la clé est altérée dans 44 % des cas (espaces, séparateurs absents, chiffre erroné, clé manquante). Le tableau 14.6 donne le résultat des trois paliers sur les 618 inscriptions brutes : 59,4 % s'apparient sur la clé exacte, 32,0 % de plus sur la clé normalisée, 7,3 % sur les attributs, et 1,3 % restent sans appariement ; trois inscriptions ont trouvé plusieurs candidats au troisième palier et n'ont pas été appariées, conformément à la règle d'unicité. Parce que la vérité est connue, on peut vérifier qu'aucun des 610 appariements n'est faux : la normalisation et le blocage, lorsqu'ils sont stricts, ajoutent de la couverture sans ajouter d'erreur. Dans une base réelle, la vérité n'est pas connue ; on l'approche en vérifiant manuellement un échantillon de paires de chaque palier, et le taux de faux appariements de cet échantillon est inscrit au journal avec le taux de couverture.

Tableau 14.6. Appariement des 618 inscriptions brutes du cas 1 à l'extrait de rôle fictif, par palier (données synthétiques)

Palier	Critère	Inscriptions	Part (%)	Faux appar.
1	matricule identique, caractère pour caractère	367	59,4	0
2	matricule normalisé (chiffres seulement)	198	32,0	0
3	secteur, année de construction et terrain à 2 % près ; candidat unique	45	7,3	0
—	non apparié (dont 3 cas ambigus au palier 3)	8	1,3	—

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py (fonction `appariement_role`) ; la vérité est connue par construction

Appariement et renseignements personnels

Les rôles d'évaluation en format ouvert sont diffusés sans le nom ni l'adresse postale des propriétaires, en vertu d'une disposition réglementaire qui autorise cette diffusion caviardée (Québec 1994, art. 20), et la licence du jeu interdit expressément de réidentifier les renseignements personnels caviardés (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a). Apparier une base de ventes nominative au rôle ouvert pour en tirer des attributs physiques est licite ; reconstituer le nom d'un propriétaire à partir du croisement ne l'est pas. L'évaluateur agréé est par ailleurs tenu par le règlement sur la tenue des dossiers de son ordre de conserver les dossiers au moins cinq ans et d'en assurer la confidentialité (Québec 2026f, art. 6–7) ; le journal d'appariement, qui contient des clés d'unité, fait partie du dossier.

14.7 Les données manquantes

14.7.1 Trois mécanismes de manque

Les champs vides ne sont pas tous équivalents. La distinction introduite par Rubin (1976) sépare les cas où la probabilité qu'une valeur manque ne dépend de rien (*missing completely at random*, MCAR), les cas où elle dépend de variables observées mais pas de la valeur

manquante elle-même (*missing at random*, MAR),

$$\Pr(R_i = 1 \mid y_i^{\text{obs}}, y_i^{\text{mis}}) = \Pr(R_i = 1 \mid y_i^{\text{obs}}), \tag{14.9}$$

où R_i indique le manque, et les cas où elle dépend de la valeur manquante (*missing not at random*, MNAR). Dans une base de ventes, une superficie de terrain absente parce qu'un fichier source ne la transmettait pas pour un secteur entier est MAR conditionnellement au secteur ; une cote de qualité absente parce que l'inspecteur a jugé l'immeuble trop délabré pour la noter est MNAR, et aucune imputation fondée sur les autres champs ne la restituera sans biais. La suppression des lignes incomplètes (*listwise deletion*) est sans biais sous MCAR seulement et perd de l'information dans tous les cas ; dans le jeu du cas 1, elle retire 45 ventes, près de 8 % de l'échantillon, pour trois champs incomplets. Wooldridge (2010) traite rigoureusement les conséquences de la sélection de l'échantillon sur les estimateurs, et Gelman et Hill (2007) donnent un exposé pratique des méthodes d'imputation.

14.7.2 Imputation par la médiane conditionnelle, par régression, avec indicateur

L'**imputation** remplace la valeur manquante par une valeur plausible. La plus simple est la *médiane conditionnelle* : la médiane de la variable dans la cellule définie par des variables observées (ici le secteur et le type de bâtiment), qui respecte les différences de niveau entre cellules et résiste aux aberrations. La *régression auxiliaire* prédit la valeur manquante à partir d'un modèle estimé sur les lignes complètes,

$$\hat{x}_{ij} = \mathbf{z}_i^{\top} \hat{\gamma}_j, \tag{14.10}$$

où $\mathbf{z}_i$ rassemble les autres caractéristiques (superficie, secteur, type, année, terrain) ; elle exploite plus d'information mais produit des valeurs trop régulières, puisqu'elle impute une espérance conditionnelle sans son bruit, ce qui réduit artificiellement la variance de la variable imputée et surestime la précision des coefficients qui en dépendent. L'*indicateur de manquant* ajoute au modèle hédonique une variable binaire par champ imputé, qui absorbe un éventuel décalage systématique des ventes aux champs manquants et signale, par son coefficient, si le manque est informatif. L'imputation multiple, qui tire plusieurs valeurs imputées et combine les estimations, est la méthode de référence lorsque l'incertitude de l'imputation doit être propagée aux intervalles ; elle dépasse le cadre de ce chapitre, mais le chapitre 39 y revient dans un cadre bayésien.

Le tableau 14.7 compare les quatre traitements sur le cas 1, toute la chaîne étant identique par ailleurs. Les trois imputations donnent des résultats indiscernables entre eux et de la référence : le coefficient du terrain vaut 0,0941 ou 0,0945 contre 0,0937 sur le jeu propre, avec une erreur-type de 0,011 ; la suppression par liste, qui réduit l'échantillon à 535 ventes, s'en écarte davantage (0,0969) et déplace la prédiction du sujet de près de 4 000 $. Les coefficients des indicateurs de manquant sont tous inférieurs, en valeur absolue, à deux erreurs-types, ce qui est cohérent avec le mécanisme d'injection, qui est MCAR par construction. Dans une base réelle, un coefficient d'indicateur significatif est un signal d'alarme : les ventes aux champs manquants ne se vendent pas comme les autres, et il faut comprendre pourquoi avant d'imputer.

Tableau 14.7. Quatre traitements des 45 valeurs manquantes du jeu brut du cas 1 et leur effet sur le modèle hédonique (données synthétiques)

Traitement	n	σ	$\hat{\beta}_{\ln T}$	e.-t.	$\hat{\beta}_{\text{qual.}}$	Prédiction ($)
Suppression par liste	535	0,080 9	0,096 9	0,011 2	0,061 3	640 921
Médiane conditionnelle (secteur × type)	579	0,083 7	0,094 1	0,011 3	0,059 8	637 017
Régression auxiliaire	579	0,083 7	0,094 0	0,011 3	0,059 8	637 166
Médiane + indicateurs de manquant	579	0,083 7	0,094 5	0,011 2	0,060 3	638 354
Jeu propre de référence (chapitre 18)	600	0,083 0	0,093 7	0,011 0	0,061 1	637 953

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py (fonction `comparer_imputations`) ; coefficients des indicateurs : terrain −0,022, qualité 0,014, année −0,043

14.8 Exemple intégral : la chaîne de traitement du cas 1 et son effet sur le modèle

Exemple 14.1 : Du jeu brut au modèle hédonique retrouvé

La chaîne de traitement enchaîne les étapes des sections précédentes dans l'ordre que la figure 14.5 schématise : règles R1 à R7, géocodage de repli G1, imputation I1, scores robustes S1, régression E1, journal. Son effet est mesuré en réestimant le modèle hédonique de référence après chaque étape et en le comparant au modèle estimé sur le jeu propre (tableau 14.8).

Étape 1 : lecture et règles. Les 618 inscriptions sont lues, les dates typées, les colonnes dérivées (âge, distance au centre) supprimées pour être recalculées. La règle R2 permute dix couples de dates. La règle R1 exclut dix-huit doublons, treize par la clé d'unité normalisée et cinq par les attributs, en conservant chaque fois l'inscription la plus récente : il reste 600 inscriptions, exactement le nombre de ventes du jeu propre. La règle R3 retranche la contrepartie des meubles de huit prix, pour des montants de 8 000 $ à 35 000 $. La règle R4 exclut cinq prix de 1 $, la règle R5 divise douze superficies par 10,7639 et la règle R6 invalide quinze couples de coordonnées. La règle R7 exclut huit ventes déclarées entre personnes liées ou successorales. Il reste 587 inscriptions ; 30 corrections ont été appliquées.

Étape 2 : géocodage de repli et imputation. Les quinze inscriptions sans coordonnées valides reçoivent le centre de leur secteur, avec une précision marquée « centre de secteur » dans une colonne dédiée ; leur distance au centre est recalculée. Les 45 valeurs manquantes (20 terrains, 15 cotes de qualité, 10 années de construction) sont imputées par la médiane de leur cellule secteur × type. Le modèle hédonique estimé à ce stade a un R^2 de 0,755 et un écart-type résiduel de 0,113 : les anomalies grossières ont disparu, mais les six ventes liées non déclarées, à prix divisé par deux, pèsent encore.

Étape 3 : scores robustes. Les scores robustes du logarithme du prix au mètre carré par secteur, du logarithme de la superficie et du logarithme du terrain par secteur, au seuil de 3,5, signalent six inscriptions : quatre ventes liées et deux ventes sincères (tableau 14.4). Il reste 581 inscriptions ; l'écart-type résiduel tombe à 0,090.

Étape 4 : régression. Le modèle de référence est estimé sur les 581 ventes ; deux résidus

studentisés externes dépassent 3 en valeur absolue (−5,84 et −6,70), et ce sont les deux dernières ventes liées non déclarées. Elles sont exclues ; la seconde itération ne signale plus rien. Le jeu nettoyé compte 579 ventes : les 600 ventes propres moins les 14 ventes liées, moins les 5 prix symboliques, moins les 2 faux positifs des scores robustes.
Étape 5 : comparaison des modèles. Le tableau 14.8 aligne cinq estimations. Sur le jeu brut réduit à ses lignes complètes, sans autre traitement, le modèle est détruit : R^2 de 0,039, écart-type de 1,231, élasticité de la superficie de 0,20, prédiction du sujet de 565 471 $, inférieure de 11 % à celle du modèle de référence. Les règles seules ramènent l'élasticité à 0,543 et la prédiction à 634 782 $, mais laissent un écart-type de 0,113 et un effet temporel surestimé (0,42 % par mois au lieu de 0,36 %) parce que les ventes liées se répartissent au hasard dans le temps et bruitent la tendance. Les scores robustes puis la régression achèvent le travail : le modèle nettoyé a un R^2 de 0,850 contre 0,853, un écart-type de 0,0837 contre 0,0830, une élasticité de 0,5335 contre 0,5391, et prédit pour le sujet 637 017 $ contre 637 953 $, soit un écart de 0,15 %. Sur les seize coefficients, l'écart entre le modèle nettoyé et le modèle de référence ne dépasse jamais 0,44 erreur-type ; il tient aux deux faux positifs, aux imputations et aux quinze coordonnées de repli. Le nettoyage n'a pas retrouvé le jeu propre, ce qui est impossible sans la table de vérité ; il a retrouvé le modèle, ce qui est l'objectif.

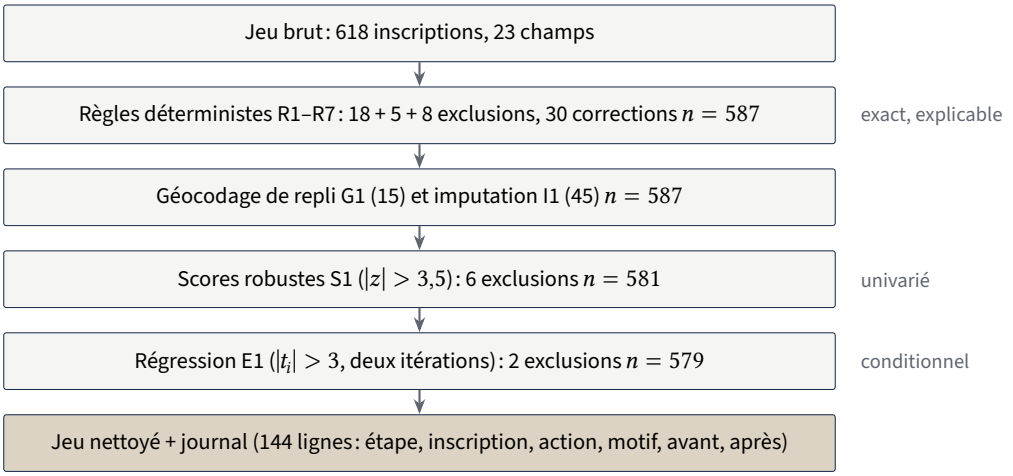


Figure 14.5. La chaîne de traitement du cas 1 : des règles exactes vers des statistiques de plus en plus conditionnelles, chaque étape étant journalisée. Les effectifs sont ceux de l'exemple intégral.
Source : schéma de l'auteur ; effectifs de `analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py`.

14.9 Journalisation et reproductibilité

Le nettoyage modifie les données sur lesquelles reposent toutes les conclusions du rapport ; il doit donc être aussi traçable qu'un calcul de valeur. Le **journal d'exclusions** est le document qui rend cette traçabilité possible. Celui du cas 1 compte 144 lignes et sept champs : la version de la chaîne de traitement, l'étape, l'identifiant de l'inscription, l'action (exclusion, correction, imputation), le motif en clair, le champ modifié, et les valeurs avant et après. Il

Tableau 14.8. Le modèle hédonique de référence réestimé à chaque étape du nettoyage et sur le jeu propre (données synthétiques)

Jeu	n	R^2	σ	$\hat{\beta}_{\ln S}$	e.-t.	$\hat{\beta}_{\text{qual.}}$	Mois (%)	$\hat{\beta}_{\text{Aylm.}}$	Préd. ($)
Brut, lignes complètes	573	0,039	1,231 1	0,200 9	0,075 7	0,056 9	0,18	0,021 2	565 471
Après règles, G1, I1	587	0,755	0,113 2	0,543 2	0,016 1	0,053 6	0,42	0,116 6	634 782
Après scores S1	581	0,832	0,089 7	0,537 7	0,014 4	0,057 0	0,36	0,100 8	636 062
Après régression E1	579	0,850	0,083 7	0,533 5	0,013 2	0,059 8	0,36	0,084 1	637 017
Jeu propre de référence	600	0,853	0,083 0	0,539 1	0,012 7	0,061 1	0,36	0,085 4	637 953

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py (fonction `comparer_modeles`) ; modèle `traite.cas1.hedonique`, erreurs-types HC1 ; prédiction du sujet avec correction de Duan

permet de répondre à trois questions que posera tout réviseur. Pourquoi cette vente n'est-elle pas dans l'analyse ? Le journal donne la règle ou le score qui l'a écartée. Pourquoi ce prix diffère-t-il de l'acte ? Le journal montre la contrepartie des meubles retranchée. Combien d'observations ont été imputées, et comment ? Le journal les énumère. La reproductibilité exige en outre que trois choses soient fixées et déclarées : la *graine* de tout tirage aléatoire (ici 20261031, utilisée pour construire le jeu brut et pour la simulation de géocodage), les *versions* des données sources et du code (la date d'extraction, la version de la chaîne inscrite dans chaque ligne du journal, les versions des bibliothèques), et les *seuils* (5 000 $, 450 m², 3,5, 3, deux itérations) arrêtés avant l'examen des données et non après. Le test automatisé `test_ch14.py` vérifie que le jeu brut se régénère à l'identique, que les effectifs de chaque étape sont ceux du texte et que les identités algébriques des diagnostics tiennent ; c'est la forme la plus exigeante de la reproductibilité, et la seule qui survive au départ de l'analyste.

En pratique

Un dossier de nettoyage défendable comporte : la description des sources avec leur date d'extraction et leur licence ; la liste ordonnée des règles, avec le test, l'action et le nombre d'inscriptions touchées ; les variables, l'échelle et les seuils des scores robustes ; le modèle utilisé pour les diagnostics de régression, le seuil et le nombre d'itérations ; la technique de géocodage de chaque vente et le taux d'appariement au rôle par palier ; la méthode d'imputation et le nombre de valeurs imputées par champ ; le journal d'exclusions ; la graine et les versions ; et une analyse de sensibilité aux seuils. Les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre exigent que le rapport permette au lecteur de comprendre et de vérifier le raisonnement (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), et le règlement sur la tenue des dossiers que les pièces soient conservées (Québec 2026f) ; le journal est la pièce qui satisfait l'une et l'autre pour la partie « données » du mandat.

14.10 Sensibilité aux seuils

Les seuils des scores robustes et des résidus studentisés sont des décisions, et le tableau 14.9 mesure ce qu'elles coûtent. La chaîne du cas 1 a été réexécutée pour quatre seuils de score robuste (2,5 ; 3 ; 3,5 ; 4) et trois seuils de résidu (2,5 ; 3 ; 3,5), et pour chaque combinaison on

compte les exclusions des étapes S1 et E1, les ventes liées non déclarées détectées (sur six), les ventes sincères exclues à tort, et l'on relève l'écart-type résiduel et la prédiction du sujet. La figure 14.6 en trace l'essentiel.

Tableau 14.9. Sensibilité de la chaîne de traitement aux seuils du score robuste et du résidu studentisé (données synthétiques)

Seuil $\lvert z\rvert$	Seuil $\lvert t_i\rvert$	Excl. S1	Excl. E1	Liées / 6	Faux pos.	n final	σ	Préd. ($)
2,5	2,5	33	8	6	22	546	0,078 3	633 813
2,5	3,0	33	1	6	19	553	0,081 6	633 841
3,0	2,5	11	10	6	7	566	0,079 6	637 527
3,0	3,0	11	1	6	3	575	0,083 6	636 573
3,5	2,5	6	10	6	6	571	0,080 2	638 159
3,5	3,0	6	2	6	2	579	0,083 7	637 017
4,0	2,5	3	10	6	3	574	0,080 6	638 476
4,0	3,0	3	3	6	0	581	0,083 8	637 349

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py (fonction `sensibilite_seuils`) ; les combinaisons avec un seuil de résidu de 3,5 coïncident avec celles à 3,0 et sont omises ; ligne de référence du chapitre : 3,5 et 3,0

Deux enseignements se dégagent. Le premier est rassurant : les six ventes liées non déclarées sont détectées pour toutes les combinaisons, parce que le relais entre scores univariés et diagnostics conditionnels est robuste au seuil de chacun ; ce qu'un seuil tolérant laisse passer à l'étape S1, l'étape E1 le rattrape. Le second est une mise en garde : les seuils sévères n'améliorent pas la détection, ils fabriquent des faux positifs, vingt-deux pour la combinaison la plus sévère, et l'écart-type résiduel qui en résulte, 0,078 au lieu de 0,083, n'est pas une mesure plus précise du marché mais une mesure d'un marché amputé de ses ventes les plus dispersées. Un évaluateur qui rapporterait cet écart-type sous-estimerait l'incertitude de ses prédictions. Entre les seuils 3 et 4 pour le score et 3 et 3,5 pour le résidu, la prédiction du sujet varie de 636 573 $ à 637 349 $, soit 0,1 % ; c'est la plage dans laquelle le choix des seuils est à peu près indifférent, et c'est là qu'il faut se placer. Le seuil de résidu de 2,5 est, dans ce jeu, clairement trop bas : il exclut dix ventes à l'étape E1, dont au moins sept sincères, et il faudrait une raison documentée pour chacune.

Erreurs fréquentes

- *Détecter les aberrations avec la moyenne et l'écart-type.* Les anomalies gonflent l'écart-type et se masquent ; dans le secteur Hull du cas 1, le score classique ne repère que les deux prix à un dollar, le score robuste en signale dix. Toujours la médiane et le MAD.
- *Calculer un score sur la mauvaise variable.* Un score sur le prix total confond taille et anomalie ; un score sur le prix au mètre carré sans distinguer les secteurs confond localisation et anomalie. La variable doit être celle dont la dispersion légitime est la plus faible.
- *Corriger sans connaître le mécanisme.* Diviser par 10,7639 toute superficie « trop grande » sans vérifier que le résultat est plausible, ou remplacer une coordonnée nulle par une moyenne sans le marquer, transforme une erreur visible en erreur

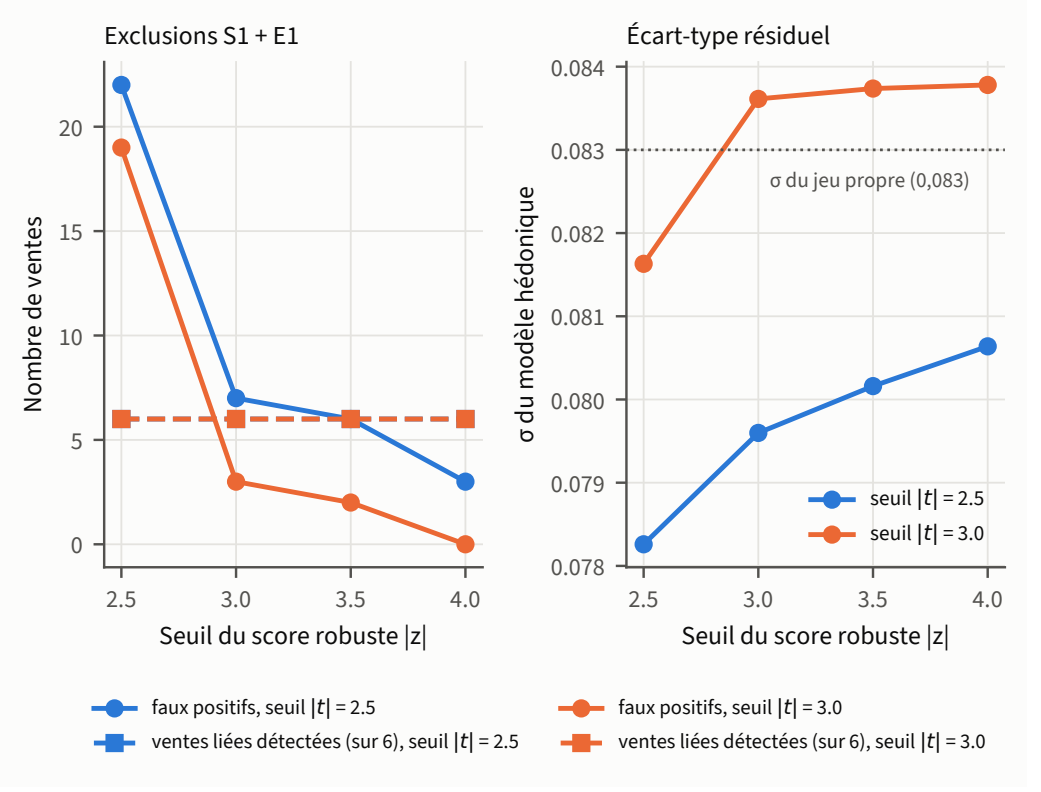


FIGURE 14.6. À gauche, faux positifs et ventes liées détectées selon le seuil du score robuste, pour deux seuils de résidu studentisé ; à droite, écart-type résiduel du modèle nettoyé. Les six ventes liées sont détectées quels que soient les seuils ; des seuils plus sévères n'achètent qu'une baisse artificielle de l'écart-type au prix de ventes sincères écartées.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch14_figures.py

invisible.
- *Oublier la contrepartie des meubles et la date de la promesse.* Le prix de l'acte n'est pas toujours le prix de l'immeuble, et la date de l'acte n'est pas la date du prix.
- *Nettoyer vers le modèle.* Exclure itérativement tout ce que le modèle explique mal produit un écart-type résiduel flatteur et une sous-estimation de l'incertitude ; seuil déclaré, itérations bornées, explication documentée pour chaque exclusion.
- *Traiter l'influence comme une faute.* Une maison atypique à fort levier et au prix conforme au marché est une observation précieuse, pas une anomalie ; la distance de Cook désigne ce qu'il faut vérifier, pas ce qu'il faut exclure.
- *Géocoder au code postal pour un modèle spatial.* Les trois quarts des voisins changent avec un centroïde urbain ; la matrice de poids ne décrit plus le voisinage réel.
- *Supprimer les lignes incomplètes par défaut.* La suppression par liste perd 8 % de l'échantillon du cas 1 et n'est sans biais que si le manque est complètement aléatoire ; imputer et déclarer.

Limites et mises en garde

- Le jeu brut est synthétique et ses anomalies ont été injectées selon des lois simples et connues ; les anomalies réelles sont plus variées (prix incluant des travaux à venir, ventes multiples en un acte, copropriétés indivises, erreurs de secteur) et leurs proportions ne sont pas celles du jeu. Aucune statistique publique sur la fréquence des anomalies dans les bases québécoises n'a été trouvée ; les proportions utilisées sont pédagogiques.
- Les écarts-types d'erreur de position du tableau 14.5 sont des hypothèses respectant la hiérarchie des techniques décrite dans la littérature, non des mesures sur des géocodeurs québécois ; la précision réelle d'Adresses Québec, du Référentiel québécois des adresses et des centroïdes de code postal n'a pas été mesurée pour cet ouvrage.
- Le seuil de 5 000 $ et la règle d'épuration à deux écarts-types proviennent du règlement sur la proportion médiane, conçu pour les études de ratios de l'évaluation municipale ; leur transposition à l'évaluation privée est une convention, non une exigence.
- La chaîne applique l'imputation avant les scores robustes et la régression ; l'ordre inverse est défendable et donnerait des effectifs légèrement différents. L'imputation multiple n'a pas été mise en œuvre.
- Les fiches Données Québec consultées pour Adresses Québec et le Référentiel québécois des adresses annoncent une transition de produits jusqu'à la fin de 2026 ; les noms et l'offre de services décrits ici peuvent avoir changé à la lecture.
- Les références de Hampel (1974), Cook (1977), Fellegi et Sunter (1969), Rubin (1976), Rousseeuw et Croux (1993) et Leys et al. (2013) ont été vérifiées par leur identifiant numérique d'objet ; leur contenu est résumé d'après les résumés publiés et la littérature secondaire.

À retenir

- Erreur de donnée, transaction non représentative, valeur aberrante et observation influente sont quatre choses différentes ; la première se corrige, la deuxième s'exclut ou s'ajuste, la troisième se détecte dans une métrique robuste, la quatrième se vérifie.
- Une contamination de proportion ε et d'ampleur δ biaise la moyenne de $\varepsilon\delta$ sans borne ; la médiane et le MAD ont un point de rupture de 50 %. Le score robuste $z = (x - \text{méd})/(1{,}4826\,\text{MAD})$ est comparable à un score classique sous normalité et ne se masque pas.
- Les règles déterministes viennent d'abord et corrigent seulement ce dont le mécanisme est connu ; les scores robustes repèrent les aberrations univariées ; les résidus studentisés externes repèrent les ventes anormales conditionnellement au modèle ; la distance de Cook $D_i = r_i^2 h_{ii}/(k(1 - h_{ii}))$ désigne les ventes à vérifier.
- Sur le cas 1, cinq prix à un dollar suffisent à détruire le modèle (R^2 de 0,04) ; la chaîne complète le retrouve à moins de 0,44 erreur-type sur chaque coefficient et à 0,15 % sur la prédiction du sujet.
- La précision du géocodage compte peu pour les variables de distance et beaucoup pour les structures de voisinage ; la technique doit être conservée par vente.
- L'appariement au rôle procède par paliers (clé exacte, clé normalisée, attributs avec blocage et unicité) ; la couverture passe de 59 à 99 % sans faux appariement sur le cas 1 ; les données caviardées ne doivent pas être réidentifiées.
- Les valeurs manquantes s'imputent par médiane conditionnelle, régression ou avec indicateur, après réflexion sur le mécanisme de manque ; la suppression par liste est le pire choix par défaut.
- Graine, versions, seuils déclarés d'avance et journal d'exclusions sont les conditions de la reproductibilité ; une analyse de sensibilité aux seuils fait partie du dossier.

Exercices

Exercice 14.1 — Score robuste et score classique ★

Neuf ventes d'un même secteur ont les prix au mètre carré habitable suivants : 3 150, 3 320, 3 080, 3 410, 3 260, 3 190, 3 370, 3 240 et 5 980 \$/m². Calculez la médiane, l'écart absolu médian et le score robuste (14.3) de chaque vente, puis la moyenne, l'écart-type et le score classique. Laquelle des deux méthodes signale la neuvième vente au seuil de 3,5 ? Expliquez l'écart entre les deux scores de cette vente.

Exercice 14.2 — Règles et journal ★

Pour chacune des inscriptions suivantes, indiquez la règle du tableau 14.2 qui s'applique, l'action (correction, exclusion, signalement) et la ligne de journal à écrire : (a) prix déclaré de 1 \$; (b) superficie habitable de 1 776 dans un champ en mètres carrés, pour une maison de quatre chambres ; (c) date d'acte du 15 mars 2026 et date de promesse

du 2 mai 2026 ; (d) prix de 515 000 $ dont 15 000 $ de meubles déclarés ; (e) latitude et longitude égales à zéro ; (f) mention « succession » dans le type de transaction. Quelle superficie en mètres carrés la correction (b) produit-elle ?

Exercice 14.3 — Levier, résidu studentisé et distance de Cook ★★

Dans une régression semi-logarithmique de $n = 600$ ventes et $k = 16$ régresseurs, d'écart-type résiduel $s = 0{,}083$, une vente a un résidu brut $e_i = -0{,}25$ et un levier $h_{ii} = 0{,}04$. Calculez son résidu studentisé interne, son résidu studentisé externe et sa distance de Cook ; comparez-les aux seuils 3, 3 et $4/n$. La vente serait-elle exclue par la règle E1 du chapitre ? Que faudrait-il faire avant de l'exclure ?

Exercice 14.4 — Contamination et point de rupture ★★

Dans un marché où le logarithme du prix a un écart-type de 0,085, 5 % des ventes d'une base sont des ventes liées conclues à la moitié du prix de marché. À l'aide de l'équation (14.1), calculez le biais de la moyenne des logarithmes et l'effet correspondant en pourcentage sur le niveau de prix, puis l'écart-type de l'échantillon contaminé. Qu'en est-il de la médiane ? Quelle proportion de ventes liées faudrait-il pour déplacer la médiane ?

Exercice 14.5 — Poids d'appariement de Fellegi–Sunter ★★

Trois champs servent à apparier des ventes au rôle : le matricule ($m = 0{,}98$, $u = 0{,}001$), l'année de construction ($m = 0{,}95$, $u = 0{,}05$) et le secteur ($m = 0{,}90$, $u = 0{,}20$). Calculez les poids de concordance et de discordance de chaque champ selon l'équation (14.8), puis le poids total d'une paire dont les trois champs concordent, d'une paire dont le matricule et l'année concordent mais pas le secteur, et d'une paire dont le matricule discorde mais dont l'année et le secteur concordent. Si le seuil d'acceptation est fixé à 8 et le seuil de rejet à 0, classez les trois paires.

Exercice 14.6 — Sensibilité aux seuils ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py` (fonction `pipeline`, arguments `seuil_mad` et `seuil_t`), réexécutez la chaîne du cas 1 avec un seuil de score robuste de 3 et un seuil de résidu de 2,5, puis avec 4 et 3. Pour chaque variante, rapportez le nombre de ventes exclues aux étapes S1 et E1, le nombre de ventes liées non déclarées détectées, le nombre de ventes sincères exclues à tort (en vous servant de la table de vérité), l'écart-type résiduel et la prédiction du sujet. Rédigez une note de 150 mots sur le choix des seuils que vous recommanderiez pour un mandat réel, où la table de vérité n'existe pas.

Exercice 14.7 — Mécanisme de manque et imputation ★★★

Modifiez la fonction `generer_brut` du script pour que les vingt terrains manquants ne soient plus tirés au hasard mais choisis parmi les vingt plus petits terrains du jeu (mécanisme MNAR), puis réexécutez `comparer_imputations`. Comparez le coefficient du terrain et la prédiction du sujet sous les quatre traitements à ceux du tableau 14.7. Le coefficient de l'indicateur de terrain manquant change-t-il de signe ou d'ampleur ? Expliquez pourquoi la suppression par liste et l'imputation par la médiane conditionnelle sont toutes deux biaisées dans ce cas, et laquelle l'est le plus.

Pour aller plus loin

Le protocole de préparation des données immobilières de Krause et Lipscomb (2016) est le point de départ naturel : il passe en revue, pour un public d'évaluateurs et de chercheurs, les étapes de collecte, de nettoyage, de géocodage et de documentation, et il insiste sur la traçabilité des décisions. Sur le géocodage, Zandbergen (2008) compare les techniques par point d'adresse, par parcelle et par interpolation de rue et quantifie leurs erreurs, tandis que Ratcliffe (2001) montre ce que ces erreurs font aux affectations cadastrales et censitaires ; les deux articles sont indispensables avant d'estimer un modèle spatial, et Dubin (1998) fournit l'introduction à l'autocorrélation spatiale qui explique pourquoi la composition du voisinage importe tant. La segmentation du marché, qui conditionne les cellules dans lesquelles les scores robustes et les médianes conditionnelles sont calculés, est traitée par Goodman et Thibodeau (1998) et Bourassa et al. (1999) et développée au chapitre 15. Pour l'inférence en présence de données manquantes et de sélection, Wooldridge (2010) est la référence théorique et Gelman et Hill (2007) le guide pratique de l'imputation. Les normes de l'évaluation de masse, International Association of Assessing Officers (2025) et International Association of Assessing Officers (2013), codifient l'épuration des ventes pour les études de ratios et sont le pendant international du règlement québécois sur la proportion médiane (Québec 1993a) ; Gloudemans et Almy (2011) en donnent l'exposé pédagogique. Enfin, les articles fondateurs de la statistique robuste et des diagnostics de régression, Hampel (1974) sur la fonction d'influence, Cook (1977) sur la distance qui porte son nom, Rousseeuw et Croux (1993) sur les estimateurs d'échelle, ainsi que Fellegi et Sunter (1969) sur l'appariement et Rubin (1976) sur les mécanismes de manque, figurent dans la bibliographie générale avec leurs identifiants numériques d'objet.

CHAPITRE 15

15

Études de marché et segmentation

Avant de choisir un comparable, d'estimer un prix implicite ou de capitaliser un revenu, l'évaluateur doit répondre à une question que les chapitres de méthode supposent résolue : de quel marché le sujet relève-t-il, et dans quel état ce marché se trouve-t-il à la date d'évaluation ? La définition de la valeur marchande parle d'un « marché libre et ouvert à la concurrence » et d'une « mise en vente d'une durée suffisante » ; ces mots n'ont de contenu que si l'on sait quels biens se font concurrence, qui les achète et à quel rythme ils s'écoulent. Le présent chapitre clôt la partie consacrée aux données en montrant comment passer des statistiques publiques, décrites aux chapitres 13 et 14, à une connaissance opératoire du marché du sujet. Il délimite d'abord le marché et ses sous-marchés par des critères économiques, puis il mesure l'équilibre entre l'offre et la demande par des indicateurs de flux et de stock, avant d'aborder la question qui relie l'étude de marché à l'économétrie des chapitres suivants : les sous-marchés que l'on distingue par habitude correspondent-ils à des structures de prix différentes, ou une seule équation suffit-elle ? Les méthodes de classification et le test de Chow donnent à cette question une réponse chiffrée, illustrée sur les 600 ventes synthétiques du cas 1. Le chapitre se termine par l'étude de marché locatif de l'immeuble de douze logements du cas 3, où les mêmes principes s'appliquent aux loyers, à l'inoccupation et à la concurrence du parc neuf.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- délimiter le marché et les sous-marchés d'un bien par des critères de substituabilité, d'acheteur type et de géographie, et distinguer une segmentation a priori d'une segmentation révélée par les données ;
- conduire une étude de marché en six étapes à partir des sources publiques québécoises, en citant chaque chiffre avec son organisme, sa période et ses conditions d'utilisation ;
- calculer et interpréter les indicateurs de conjoncture d'un marché de la revente, mois d'inventaire, taux d'absorption, délai de vente et ratio du prix vendu au prix demandé, et comprendre pourquoi un indicateur de stock et un indicateur de flux ne disent pas la même chose ;
- appliquer les méthodes de classification, k-moyennes et classification hiérarchique

de Ward, à des ventes décrites par leurs attributs et leurs coordonnées, choisir le nombre de segments par la silhouette et juger de la concordance avec les secteurs de marché ;
- dériver et appliquer le test de Chow de stabilité des coefficients d'un modèle hédonique entre segments, dans sa version classique et dans sa version robuste, et en tirer une décision motivée sur l'usage d'une équation unique ;
- construire l'étude de marché locatif d'un immeuble de logements : univers, structure des loyers, inoccupation, rotation, écart entre loyers en place et loyers de marché, concurrence de l'offre neuve.

15.1 Délimiter le marché et ses sous-marchés

15.1.1 Le marché comme ensemble de substituts

Le mot « marché » désigne, en évaluation, l'ensemble des biens qui se font concurrence pour une même demande. Deux maisons appartiennent au même marché si l'acheteur qui en visite une visiterait vraisemblablement l'autre, de sorte que leurs prix sont tenus l'un par l'autre selon le principe de substitution exposé au chapitre 16. Cette définition est économique avant d'être géographique : une maison de 400 m² et une maison de 110 m² situées dans la même rue n'appartiennent pas au même marché, parce qu'aucun acheteur ne les met en balance ; inversement, deux cottages semblables de Hull et d'Aylmer, distants de dix kilomètres, peuvent appartenir au même marché si les acheteurs de l'ouest de Gatineau arbitrent couramment entre les deux secteurs. La délimitation d'un marché consiste donc à identifier l'**acheteur type** du sujet, c'est-à-dire le profil de ménage ou d'investisseur le plus susceptible de l'acquérir, puis à recenser l'ensemble des biens que cet acheteur considère comme substituables, dans l'espace, dans le temps et dans l'espace des caractéristiques.

Définition 15.1 : Marché et sous-marché

Le **marché** d'un bien est l'ensemble des biens substituables pour son acheteur type, dont les prix sont liés par la concurrence. Un **sous-marché** (*submarket*) est une partition de ce marché à l'intérieur de laquelle la relation entre le prix et les caractéristiques est homogène et entre les parties de laquelle elle diffère. Formellement, si $s(i)$ désigne le sous-marché du bien i, l'espérance conditionnelle du prix s'écrit

$$\mathrm{E}\left[\ln P_i \mid \mathbf{x}_i, s(i) = g\right] = \alpha_g + \mathbf{x}_i^{\mathsf{T}} \beta_g, \tag{15.1}$$

et les sous-marchés sont distincts dès que les β_g diffèrent. Lorsque seules les constantes α_g diffèrent, les sous-marchés ne sont que des niveaux de prix différents à l'intérieur d'une même structure, et une seule équation avec des effets de localisation suffit.

La distinction entre une différence de niveau et une différence de structure est le fil conducteur du chapitre. Elle a des conséquences directes pour la méthode de comparaison : si le secteur d'Aylmer ne se distingue de Hull que par une prime de localisation, un comparable d'Aylmer est utilisable pour un sujet de Hull moyennant un ajustement de localisation, et les ajustements de superficie, d'âge ou de qualité tirés d'Aylmer sont transférables ; si au

contraire la superficie est rémunérée différemment dans les deux secteurs, un ajustement de superficie estimé à Aylmer est biaisé à Hull, et il faut soit restreindre les comparables au secteur du sujet, soit estimer des prix implicites propres à chaque sous-marché. La littérature économétrique a abordé la question dès les années 1990. Goodman et Thibodeau (1998) ont proposé une construction hiérarchique des sous-marchés qui regroupe les quartiers dont les coefficients hédoniques ne diffèrent pas significativement, et ils ont montré ensuite que cette segmentation améliore la précision des prédictions hors échantillon (Goodman et Thibodeau 2003). Bourassa et al. (1999) ont comparé, sur les données de Sydney et de Melbourne, les sous-marchés définis a priori par les autorités et ceux révélés par l'analyse en composantes principales et la classification ; ils ont trouvé que les deux approches sont utiles mais que les sous-marchés a priori, fondés sur la connaissance du terrain, prédisent souvent aussi bien que les sous-marchés statistiques, résultat confirmé par Bourassa et al. (2003), pour qui l'essentiel est d'inclure les sous-marchés dans le modèle plutôt que de les raffiner à l'excès. Au Québec, Kestens et al. (2006) ont montré sur le marché de Québec que l'hétérogénéité des prix implicites tient aussi aux profils des acheteurs, âge, revenu et composition du ménage, et non seulement à la localisation, et Des Rosiers et al. (2011) ont établi que la valeur d'une maison dépend de celle de ses voisines immédiates, ce qui plaide pour des sous-marchés fins. Ces travaux justifient la démarche en deux temps adoptée ici : une délimitation a priori fondée sur les critères du tableau 15.1, puis une vérification statistique de son bien-fondé.

15.1.2 Les critères de délimitation

Le tableau 15.1 recense les critères qu'un évaluateur combine pour délimiter le marché d'un sujet résidentiel ou multirésidentiel. Aucun ne suffit seul. Le type de propriété et le mode de détention sont les premiers : une copropriété divise, une maison en pleine propriété et un plex de trois logements relèvent de marchés différents parce que leurs acheteurs types diffèrent, le premier étant souvent un premier acheteur ou un investisseur locatif, le second un ménage familial, le troisième un propriétaire occupant qui finance son logement par deux loyers ou un petit investisseur ; le chapitre 32 développe ce dernier cas. La fourchette de prix vient ensuite, parce qu'elle détermine la capacité d'emprunt de l'acheteur type et donc le bassin des ménages concernés : au Québec, le seuil de l'assurance hypothécaire, les règles de mise de fonds et les tranches des droits de mutation créent des discontinuités de demande autour de certains prix. La géographie, enfin, est le critère le plus visible, mais il faut la lire à la bonne échelle : pour une maison de banlieue, le marché est souvent le secteur ou la municipalité ; pour un condominium du centre-ville, il peut se réduire à quelques rues ou même à un immeuble ; pour un immeuble de vingt logements, il s'étend à l'ensemble de l'île de Montréal, parce que l'investisseur type arbitre entre arrondissements.

Au Québec

Les sources publiques québécoises imposent leurs propres découpages, qui ne coïncident ni entre eux ni avec les frontières économiques. L'APCIQ publie ses statistiques Centris par région métropolitaine, par agglomération et par « secteur » de courtage : pour la RMR de Gatineau, cinq secteurs, Aylmer, Hull, Gatineau, Buckingham/Masson-Angers et la périphérie, avec, au troisième trimestre de 2026, respective-

Tableau 15.1. Critères de délimitation du marché et des sous-marchés d'un bien résidentiel ou multirésidentiel

Critère	Question à poser	Exemples de frontières au Québec
Type et mode de détention	L'acheteur type du sujet considère-t-il l'autre type comme un substitut ?	Unifamiliale, copropriété divise, copropriété indivise, plex de 2 à 5 logements, immeuble de 6 logements et plus ; catégories statistiques de l'APCIQ et du Recensement
Fourchette de prix et financement	Le même ménage peut-il financer les deux biens ?	Seuils de l'assurance hypothécaire et de la mise de fonds ; tranches des droits de mutation ; prix médian du secteur comme repère
Géographie	À quelle échelle l'acheteur type arbitre-t-il ?	Secteurs Centris (ex. Hull, Aylmer, Gatineau, Buckingham/Masson-Angers, périphérie) ; zones SCHL ; arrondissements ; quartiers et rues ; bassins scolaires et axes de transport
Caractéristiques physiques	La taille, l'âge ou la qualité changent-ils le profil d'acheteur ?	Plain-pied vs à étages ; neuf vs ancien ; maison patrimoniale ; terrain riverain
Temps	Les conditions de marché de la période des comparables sont-elles celles de la date d'évaluation ?	Avant/après un changement de taux ; avant/après le dépôt d'un rôle ; fenêtre de 12 à 24 mois selon la vitesse des prix
Droits et contraintes	Les biens transmettent-ils le même faisceau de droits ?	Baux en place et encadrement des loyers ; servitudes ; zonage ; copropriété avec restrictions de location
Acheteur type	Qui achète ce bien, avec quel horizon et quel financement ?	Propriétaire occupant, premier acheteur, investisseur locatif, promoteur, acheteur institutionnel

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026), Bourassa et al. (1999) et Kestens et al. (2006).

ment 201, 174, 346, 108 et 215 ventes résidentielles et des prix médians d'unifamiliales de 530 000 $, 475 000 $, 464 900 $, 395 000 $ et 530 000 $ (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c). La SCHL découpe les mêmes territoires en zones de l'Enquête sur les logements locatifs qui ne suivent pas les secteurs de courtage : la RMR de Gatineau compte quatre zones, Hull, Aylmer, Gatineau et périphérie, et celle de Montréal trente-neuf, dont la zone 9, Rosemont/La Petite-Patrie, où se situe l'immeuble du cas 3 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Les rôles d'évaluation foncière, enfin, raisonnent par unités de voisinage, et le Recensement par secteurs de recensement et aires de diffusion. L'évaluateur qui construit une étude de marché doit expliciter la correspondance entre ces découpages et le marché du sujet, et il ne doit citer chaque chiffre qu'avec son découpage d'origine. Les conditions d'utilisation de l'APCIQ exigent que toute reproduction mentionne la source, « APCIQ par le système Centris », et interdisent l'usage commercial sans consentement écrit ; celles de la SCHL autorisent la citation de chiffres isolés avec attribution mais ne constituent pas une licence ouverte, de sorte que les tableaux ne doivent pas être redistribués tels quels (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026f ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a). Sources consultées le 31 octobre 2026.

15.1.3 Segmentation a priori et segmentation révélée

Deux voies mènent à une partition du marché. La **segmentation a priori** applique les critères du tableau 15.1 à partir de la connaissance du terrain : l'évaluateur sait que la rivière des Outaouais sépare des marchés, que tel boulevard marque la frontière entre deux bassins scolaires, que les maisons d'un ancien village annexé n'attirent pas les mêmes acheteurs que celles du lotissement voisin. Cette connaissance est précieuse, mais elle a deux faiblesses : elle n'est pas reproductible d'un évaluateur à l'autre, et elle peut survivre aux changements du marché, une frontière qui comptait il y a vingt ans n'ayant plus de sens après l'ouverture d'un pont ou d'une ligne de transport. La **segmentation révélée** cherche dans les données elles-mêmes les regroupements de biens semblables, par des méthodes de classification non supervisée, puis vérifie si ces regroupements correspondent à des structures de prix différentes. Elle est reproductible et actuelle, mais elle ne connaît que les variables qu'on lui donne et elle peut regrouper des biens semblables par leurs attributs qui n'appartiennent pas au même marché, parce qu'elle ignore l'acheteur type. La pratique raisonnable, que recommandent Bourassa et al. (2003) et que suivent les manuels d'évaluation de masse (Gloudemans et Almy 2011 ; International Association of Assessing Officers 2025), consiste à partir d'une segmentation a priori, à la confronter aux données par la classification et par les tests de stabilité des coefficients, et à ne retenir une partition plus fine ou différente que si elle améliore la prédiction hors échantillon. C'est le programme des sections 15.3 et 15.4.

15.2 L'étude de marché : offre, demande et absorption

15.2.1 Six étapes et leurs sources

L'**étude de marché** (*market analysis*) d'un dossier d'évaluation répond à trois questions dans l'ordre : quelle est la demande structurelle pour le type de bien du sujet dans son territoire, quelle est l'offre qui lui fait concurrence, et à quel rythme l'offre et la demande se rencontrent-elles à la date d'évaluation. Le chapitre 4 en a donné l'exemple pour deux régions métropolitaines ; le tableau 15.2 systématise la démarche en six étapes, avec pour chacune les indicateurs à calculer et les sources québécoises qui les fournissent. Les deux premières étapes décrivent les fondamentaux, les deux suivantes la conjoncture de la revente et des prix, la cinquième le marché locatif, et la sixième tire la lecture d'ensemble qui conditionne les choix méthodologiques : fenêtre temporelle des comparables, signe de l'ajustement de conditions du marché, provision pour inoccupation, prudence de la fourchette de valeur. Les modèles d'offre et de demande qui donnent leur sens à ces indicateurs, en particulier le schéma à quatre quadrants de DiPasquale et Wheaton (1992) et la dynamique stock-flux de Wheaton (1999), ont été exposés au chapitre 3 ; on se concentre ici sur la mesure.

Tableau 15.2. Les six étapes d'une étude de marché résidentiel au Québec : indicateurs et sources

Étape	Indicateurs	Sources publiques (découpage, périodicité)
1. Demande structurelle	Population et ménages, croissance, part des locataires, revenu, projections	Statistique Canada (Recensement, estimations annuelles par RMR) ; ISQ (projections)
2. Prix et volumes	Médianes par type, ventes, variation annuelle, hiérarchie des segments	APCIQ/Centris (RMR, agglomération, secteur ; trimestriel) ; JLR (Registre foncier ; mensuel)
3. Conjoncture de la revente	Inscriptions en vigueur, mois d'inventaire, taux d'absorption, délai de vente, ratio prix vendu/demandé	APCIQ/Centris (trimestriel) ; données internes des courtiers pour le ratio prix vendu/demandé
4. Tendance des prix	Indices de prix (ventes répétées, prix des logements neufs), accélération ou décélération	Teranet–Banque Nationale (RMR ; mensuel) ; Statistique Canada, IPLN ; rôles d'évaluation (triennal)
5. Marché locatif	Univers, loyers par taille, inoccupation par taille de logement et d'immeuble, variation « même échantillon », rotation, offre neuve	SCHL, Enquête sur les logements locatifs (RMR, zone ; octobre, publiée en décembre) ; Perspectives du marché de l'habitation
6. Lecture	Phase du cycle, direction de l'ajustement de conditions du marché, fenêtre temporelle, provision d'inoccupation, largeur de la fourchette	Synthèse de l'évaluateur, documentée au rapport

Source : synthèse de l'auteur ; voir Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026e), Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025a), King (2026) et JLR (2026a) pour les publications de l'automne 2026.

15.2.2 Indicateurs de flux et indicateurs de stock

Les indicateurs de la troisième étape méritent une formalisation, parce qu'ils sont souvent cités sans que l'on sache ce qu'ils mesurent. Le marché de la revente est un système de files d'attente : des propriétés entrent dans l'inventaire lorsqu'elles sont inscrites, elles en

sortent lorsqu'elles sont vendues ou retirées, et à tout instant un stock de propriétés attend preneur. Trois grandeurs décrivent ce système : le flux de ventes V, mesuré par mois ou par trimestre ; le stock d'**inscriptions en vigueur** I, mesuré à une date ; et la durée de séjour d'une propriété dans l'inventaire. Le **nombre de mois d'inventaire**, déjà introduit aux chapitres 3 et 4, rapporte le stock au flux :

$$MI = \frac{I}{V_{\text{mois}}} = \frac{I}{V_{\text{trim}}/3}, \tag{15.2}$$

et son inverse, le **taux d'absorption** mensuel, mesure la part du stock qui s'écoule chaque mois :

$$a = \frac{V_{\text{mois}}}{I} = \frac{1}{MI}. \tag{15.3}$$

Ces deux indicateurs sont des quotients d'un stock par un flux ; ils ont la dimension d'un temps, ou de l'inverse d'un temps, et c'est ce qui leur donne leur interprétation. Si le système était en régime stationnaire et si toute propriété inscrite finissait par se vendre, la relation de Little (1961), connue en théorie des files d'attente, dirait que le stock moyen égale le flux de sorties multiplié par la durée moyenne de séjour,

$$I = V_{\text{mois}} \times \bar{D}, \qquad \text{d'où} \qquad MI = \bar{D}, \tag{15.4}$$

et le nombre de mois d'inventaire serait exactement la durée moyenne passée dans l'inventaire par une propriété. Or le **délai de vente** médian publié par l'APCIQ, qui mesure le temps écoulé entre l'inscription et la promesse d'achat acceptée pour les propriétés *vendues* au cours du trimestre, est presque toujours très inférieur au nombre de mois d'inventaire. Au troisième trimestre de 2026, le délai médian d'une unifamiliale était de 40 jours à Montréal, soit 1,3 mois, alors que l'inventaire représentait 6,6 mois de ventes (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e) ; le rapport entre les deux est de cinq. L'écart a deux causes, et toutes deux instruisent l'évaluateur. La première est la censure : le délai de vente n'est observé que pour les propriétés qui se sont vendues, et il ignore celles qui attendent encore, qui seront retirées sans vente ou qui seront réinscrites après une baisse de prix ; la durée de séjour de l'ensemble des inscriptions est donc nécessairement plus longue que celle des seules propriétés vendues. La seconde est l'hétérogénéité : dans un même marché, les propriétés bien évaluées et bien situées se vendent en quelques semaines, tandis que les propriétés surévaluées ou atypiques s'accumulent dans l'inventaire ; le rapport du nombre de mois d'inventaire au délai médian, que l'on peut appeler ratio stock sur flux, mesure l'importance de cette queue d'inscriptions qui ne trouvent pas preneur au prix demandé. Un ratio élevé signale un marché où une large part de l'offre est hors du prix, ce qui précède souvent une baisse des prix demandés et, avec retard, des prix vendus.

Le **ratio du prix vendu au prix demandé** complète ces indicateurs en mesurant la marge de négociation :

$$\rho_j = \frac{P_j}{P_j^{\text{dem}}}, \qquad \bar{\rho} = \text{méd}_j\ \rho_j, \tag{15.5}$$

où P_j^{dem} est le prix demandé de la propriété j et P_j son prix de vente. Un ratio médian inférieur à l'unité indique un marché où les acheteurs négocient ; un ratio supérieur à l'unité, observé au Québec en 2021 et au début de 2022, signale des surenchères. La définition cache une ambiguïté : le prix demandé peut être le prix initial à l'inscription ou le dernier prix affiché

après révisions, et les deux conventions donnent des ratios différents, le premier étant plus bas dans un marché où les vendeurs révisent à la baisse. L'APCIQ ne publie pas ce ratio dans ses communiqués et ses baromètres trimestriels, et aucune source publique québécoise consultée pour cet ouvrage ne le diffuse ; il provient des bases de données des courtiers et des services d'évaluation qui y ont accès. Lorsque l'évaluateur en dispose, il doit déclarer la convention de prix demandé, la période et le segment ; lorsqu'il n'en dispose pas, il décrit la marge de négociation qualitativement, à partir des délais et de l'inventaire, sans inventer de chiffre.

15.2.3 Les marchés métropolitains du Québec à l'automne 2026

Le tableau 15.3 applique ces définitions aux chiffres publiés par l'APCIQ pour le troisième trimestre de 2026, et la figure 15.1 les représente. Les mois d'inventaire vont de 3,1 à Québec à 6,6 à Montréal ; le taux d'absorption mensuel correspondant va de 32,7 % à 15,2 %, ce qui veut dire qu'un tiers du stock de la RMR de Québec trouve preneur chaque mois contre un sixième de celui de Montréal. Le ratio stock sur flux, calculé pour les trois RMR dont le délai de vente est publié, est de 3,2 à Québec, de 5,0 à Montréal et de 5,8 à Gatineau : c'est à Gatineau que la queue d'inscriptions hors du prix est la plus longue relativement aux ventes qui se concluent, ce qui est cohérent avec une hausse de 42 % des inscriptions sur un an et une baisse de 3 % du prix médian des unifamiliales (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c). Pour l'évaluateur du cas 1, dont la date d'évaluation est le 1er septembre 2026, ces indicateurs ont trois conséquences : la fenêtre temporelle des comparables doit être courte et l'ajustement de conditions du marché, s'il est appliqué à des ventes de 2025, doit être nul ou légèrement négatif plutôt que positif ; le délai d'exposition raisonnable à mentionner au rapport est de l'ordre d'un à deux mois pour une propriété correctement évaluée, mais le risque d'un délai beaucoup plus long existe si le prix demandé excède le marché ; et la fourchette de valeur doit être plus large qu'en marché tendu, parce que la dispersion des prix autour de la valeur croît avec la marge de négociation.

Les seuils qui délimitent les bandes de la figure 15.1, environ quatre mois en deçà desquels le marché est dit favorable aux vendeurs et six mois au-delà desquels il est dit favorable aux acheteurs, sont des usages de la pratique canadienne du courtage ; ils ne reposent sur aucune norme et ils varient selon le segment, un marché de condominiums neufs supportant un inventaire plus long qu'un marché d'unifamiliales. Ils sont néanmoins utiles comme repères, à condition de les présenter comme tels dans le rapport et d'y joindre la tendance : un marché à cinq mois d'inventaire dont l'offre augmente de 40 % par année n'est pas dans la même situation qu'un marché à cinq mois dont l'offre diminue.

15.2.4 Descendre à l'échelle du sous-marché

Les indicateurs métropolitains sont nécessaires mais insuffisants : le sujet se vend dans un secteur, non dans une RMR. Le baromètre de l'APCIQ pour Gatineau donne les ventes et les médianes par secteur, mais ni les inscriptions ni les délais, de sorte que les mois d'inventaire ne peuvent pas être calculés au niveau du secteur à partir des seules sources publiques ; il faut pour cela l'accès aux données de courtage. Ce que les chiffres publics permettent, c'est de situer le sous-marché du sujet dans la hiérarchie des prix et des volumes. Le tableau 15.4 compare la répartition des 1 044 ventes résidentielles du troisième trimestre

Tableau 15.3. Indicateurs de conjoncture de la revente, troisième trimestre de 2026, propriétés résidentielles vendues par courtier

Territoire	Mois d'inv.	Absorp. (%/mois)	Délai unif. (j)	Délai copro. (j)	Délai plex (j)	Stock/flux
Province de Québec	6,1	16,5	45	58	48	4,1
RMR de Montréal	6,6	15,2	40	61	51	5,0
RMR de Québec	3,1	32,7	29	34	30	3,2
RMR de Gatineau	6,5	15,4	34	36	38	5,8
RMR de Sherbrooke	4,3	23,0	—	—	—	—
RMR de Trois-Rivières	3,6	27,7	—	—	—	—
RMR de Saguenay	4,0	24,8	—	—	—	—

Source : ventes, inscriptions en vigueur et délais de vente médians : APCIQ par le système Centris, communiqué du 14 octobre 2026 et baromètres du troisième trimestre de 2026 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e ; Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c), consultés le 31 octobre 2026 ; mois d'inventaire (équation (15.2)), taux d'absorption (équation (15.3)) et ratio stock sur flux (mois d'inventaire divisés par le délai médian de l'unifamiliale converti en mois) : calculs de l'auteur, `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py`. Les délais ne sont pas publiés pour les trois plus petites RMR dans les documents consultés.

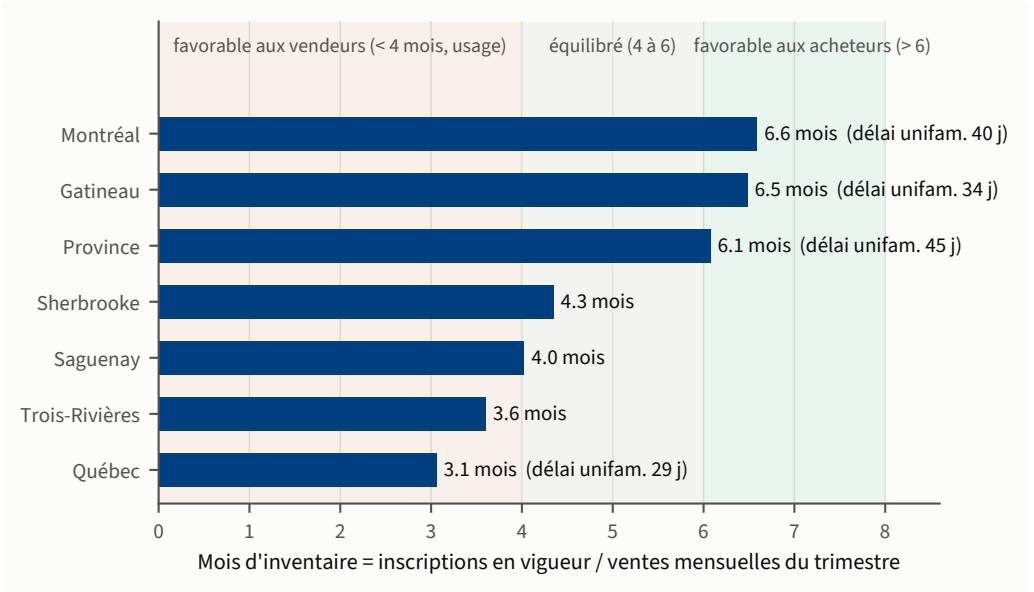


Figure 15.1. Mois d'inventaire des sept marchés métropolitains du Québec au troisième trimestre de 2026, avec le délai de vente médian de l'unifamiliale lorsqu'il est publié. Les bandes rappellent les seuils d'usage, qui sont des conventions de métier et non des normes ; Montréal et Gatineau ont franchi le seuil de six mois tandis que Québec reste nettement en deçà de quatre.

Source : APCIQ par le système Centris, communiqué du 14 octobre 2026 et baromètres T3 2026 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e ; Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c), consultés le 31 octobre 2026 ; calculs de l'auteur, script `analysis/python/figures/ch15_figures.py`.

de 2026 entre les secteurs de Gatineau à celle des 600 ventes du jeu synthétique du cas 1. Le secteur Gatineau pèse un tiers des ventes dans les deux cas ; Aylmer un cinquième ; Buckingham et Masson-Angers réunis un dixième dans le marché réel et un septième dans le jeu synthétique ; Hull, en revanche, représente 16,7 % des ventes réelles mais 31 % des ventes synthétiques, et la périphérie, qui compte pour un cinquième du marché réel, n'existe pas dans le jeu. Cette surreprésentation de Hull est un choix de construction, le sujet y étant situé et le chapitre 16 ayant besoin d'un bassin suffisant de candidats dans son secteur ; elle doit être connue du lecteur avant que les segments statistiques des sections suivantes ne soient interprétés, parce qu'un segment qui regroupe des ventes de Hull et du secteur Gatineau reflète en partie cette composition.

Tableau 15.4. Répartition des ventes résidentielles entre les secteurs de la RMR de Gatineau : marché réel du troisième trimestre de 2026 et jeu synthétique du cas 1

Secteur	Ventes T3 2026	Part (%)	Ventes synth.	Part (%)	Méd. unif. T3 2026 ($)
Gatineau	346	33,1	200	33,3	464 900
Hull	174	16,7	186	31,0	475 000
Aylmer	201	19,3	125	20,8	530 000
Buckingham / Masson-Angers	108	10,3	89	14,8	395 000
Périphérie	215	20,6	0	0,0	530 000
Total	1 044	100,0	600	100,0	—

Source : ventes et médianes réelles : APCIQ par le système Centris, baromètre de la RMR de Gatineau, T3 2026 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c) ; ventes synthétiques : [données synthétiques] `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv`, janvier 2023 à août 2026, graine 20261031 ; calculs : `ch15_segmentation.py`.

En pratique

L'étude de marché d'un rapport d'évaluation résidentiel tient en une ou deux pages, mais chaque phrase y est sourcée. Elle indique le découpage retenu pour le marché du sujet et la raison de ce choix ; les volumes et les médianes du dernier trimestre publié, avec leur variation annuelle ; les mois d'inventaire et le délai de vente, avec la convention de calcul ; la tendance des prix selon au moins une source indépendante du courtage ; et, pour un immeuble de revenu, les loyers, l'inoccupation et la rotation de la zone. Elle se termine par les conséquences méthodologiques : fenêtre temporelle des comparables, signe attendu de l'ajustement de conditions du marché, délai d'exposition raisonnable, largeur de la fourchette. Les définitions professionnelles de la valeur marchande supposent une « mise en vente d'une durée suffisante » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, Intro-11) : l'étude de marché est ce qui permet de dire ce que « suffisante » veut dire à la date d'évaluation.

15.3 La segmentation statistique du marché

Données synthétiques

Les sections qui suivent utilisent les 600 ventes synthétiques du cas 1, décrites dans `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` et générées par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` : le logarithme du prix est une fonction commune à tous les secteurs des attributs (superficie, terrain, âge, qualité, garage, sous-sol, piscine, type), plus une prime de secteur calibrée sur les médianes publiées par l'APCIQ, plus une tendance temporelle, plus un bruit d'écart-type 0,085. Les coordonnées sont fictives. Cette construction est importante pour la lecture des résultats : *par construction*, les coefficients des attributs sont identiques d'un secteur à l'autre et seules les constantes diffèrent, de sorte que l'on connaît la réponse que le test de Chow devrait donner. Tous les chiffres sont reproduits par `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py` ; les figures par `analysis/python/figures/ch15_figures.py`.

15.3.1 Pourquoi segmenter un modèle de prix

Le modèle hédonique de référence de l'ouvrage, estimé au chapitre 18 sur les 600 ventes et fourni par `traite.cas1.hedonique`, explique le logarithme du prix par les attributs, des indicatrices de secteur et une tendance mensuelle ; il atteint un R^2 de 0,853 et un écart-type résiduel de 0,0830. Il suppose que le prix d'un mètre carré supplémentaire, d'une année d'âge ou d'un échelon de qualité est le même à Aylmer, à Hull et à Masson-Angers, et que seul le niveau général des prix diffère. Segmenter le modèle, c'est relâcher cette hypothèse en estimant l'équation (15.1) séparément dans chaque sous-marché g :

$$\ln P_i = \alpha_{g(i)} + \mathbf{x}_i^{\mathsf{T}} \beta_{g(i)} + \tau\, t_i + \varepsilon_i, \qquad i \in g. \tag{15.6}$$

Le gain est une réduction du biais si les structures diffèrent réellement ; le coût est une augmentation de la variance, puisque chaque équation est estimée sur une fraction de l'échantillon. Dans le cas 1, le secteur de Buckingham compte 42 ventes et celui de Masson-Angers 47, pour douze coefficients à estimer : les prix implicites qui en sortiraient auraient des erreurs-types trois à cinq fois plus grandes que celles du modèle commun. L'arbitrage est le même que celui du chapitre 16 pour le nombre de comparables : il faut segmenter autant que les structures l'exigent et pas davantage, et la décision doit s'appuyer sur deux outils, un test de l'hypothèse de coefficients communs et une mesure de la précision hors échantillon.

Avant de tester, il faut toutefois disposer d'une partition. La segmentation a priori par secteur en fournit une ; la classification statistique en propose d'autres, construites à partir de la ressemblance des biens plutôt que des frontières administratives. Les deux familles de méthodes les plus utilisées en évaluation, les k-moyennes et la classification hiérarchique ascendante, sont exposées ci-dessous.

15.3.2 Les k-moyennes et la classification hiérarchique

Soit $\mathbf{z}_i \in \mathbb{R}^p$ le vecteur des variables de classification du bien i, centrées et réduites pour que chaque variable pèse du même poids quelle que soit son unité. L'algorithme des

k-moyennes (*k-means*), formalisé par MacQueen en 1967, cherche la partition en k groupes $C_1, \dots, C_k$ qui minimise l'inertie intra-groupe, c'est-à-dire la somme des carrés des distances de chaque point au centre de son groupe :

$$\min_{C_1,\dots,C_k} \sum_{g=1}^{k} \sum_{i \in C_g} \left\| \mathbf{z}_i - \bar{\mathbf{z}}_g \right\|^2, \qquad \bar{\mathbf{z}}_g = \frac{1}{|C_g|} \sum_{i \in C_g} \mathbf{z}_i. \tag{15.7}$$

Le problème est combinatoire et l'algorithme ne garantit qu'un optimum local : partant de k centres initiaux, il affecte chaque point au centre le plus proche, recalcule les centres, et recommence jusqu'à stabilité. On le relance donc depuis plusieurs initialisations, vingt dans les calculs de ce chapitre, et l'on retient la meilleure. La **classification hiérarchique** ascendante procède autrement : elle part de n groupes d'un seul bien et fusionne à chaque étape les deux groupes les plus proches, jusqu'à n'en former qu'un. Le critère de Ward (1963), le plus utilisé pour des variables continues, fusionne les deux groupes dont la réunion augmente le moins l'inertie intra-groupe :

$$\Delta(C_a, C_b) = \frac{|C_a|\,|C_b|}{|C_a| + |C_b|} \left\| \bar{\mathbf{z}}_a - \bar{\mathbf{z}}_b \right\|^2, \tag{15.8}$$

de sorte qu'il poursuit le même objectif que les k-moyennes par un chemin différent, déterministe et hiérarchique. La suite des fusions se représente par un **dendrogramme**, arbre dont la hauteur de chaque nœud est la distance de fusion Δ ; couper l'arbre à une hauteur donnée produit une partition, et les grands sauts de hauteur entre deux fusions successives signalent les nombres de groupes « naturels ».

Le choix du nombre de segments k est le point délicat. L'inertie intra-groupe diminue mécaniquement avec k et ne peut servir de critère ; on recourt à la **silhouette** proposée par Rousseeuw (1987), qui compare pour chaque bien sa distance moyenne aux membres de son propre groupe à sa distance moyenne aux membres du groupe voisin le plus proche.

Définition 15.2 : Silhouette

Pour un bien i affecté au groupe C_g, soit a_i la distance moyenne de i aux autres membres de C_g et b_i la plus petite, sur les autres groupes C_h, des distances moyennes de i aux membres de C_h. La silhouette de i est

$$s_i = \frac{b_i - a_i}{\max(a_i, b_i)} \in [-1, 1], \tag{15.9}$$

et la silhouette moyenne d'une partition est $\bar{s} = n^{-1} \sum_i s_i$. Un s_i proche de 1 indique un bien bien classé, loin du groupe voisin ; un s_i proche de 0 un bien à la frontière de deux groupes ; un s_i négatif un bien probablement mal classé. On retient le nombre de groupes qui maximise $\bar{s}$, sous réserve que les groupes aient un sens pour le marché.

La silhouette a l'avantage de ne dépendre que des distances, donc d'être comparable entre méthodes et entre nombres de groupes ; elle a l'inconvénient de favoriser les partitions en peu de groupes bien séparés, qui ne sont pas toujours les plus utiles. Des ordres de grandeur indicatifs circulent, une silhouette moyenne supérieure à 0,5 signalant une structure nette et une silhouette inférieure à 0,25 une structure faible ou artificielle ; ils n'ont pas valeur de

norme. Pour comparer deux partitions entre elles, par exemple les segments statistiques et les secteurs a priori, on utilise l'indice de Rand ajusté de Hubert et Arabie (1985), qui vaut 1 si les deux partitions coïncident, 0 si leur concordance est celle du hasard, et prend des valeurs intermédiaires selon la proportion de paires de biens classées ensemble ou séparément dans les deux partitions.

15.3.3 Application aux 600 ventes du cas 1

Les variables de classification retenues sont de deux natures : les attributs du bien, logarithme de la superficie habitable, logarithme du terrain, âge, qualité et type ; et sa localisation, coordonnées projetées en kilomètres et distance au centre. Trois jeux ont été essayés, attributs seuls, coordonnées seules, et les deux réunis, parce que le résultat dépend de ce choix autant que de la méthode. Le tableau 15.5 donne, pour le jeu complet, la silhouette moyenne des k-moyennes et de Ward pour k de 2 à 8, l'inertie des k-moyennes et l'indice de Rand ajusté entre les deux méthodes ; la figure 15.2 montre le dendrogramme de Ward et la figure 15.3 la silhouette moyenne pour les trois jeux de variables ainsi que le profil des silhouettes individuelles à $k = 5$.

Tableau 15.5. Silhouette moyenne et inertie selon le nombre de segments, 600 ventes du cas 1, variables : attributs et coordonnées centrés-réduits (données synthétiques)

k	$\bar{s}$, k-moy.	$\bar{s}$, Ward	Inertie, k-moy.	ARI k-moy./Ward
2	0,417	0,417	3 261	1,000
3	0,225	0,225	2 749	1,000
4	0,187	0,157	2 548	0,765
5	0,188	0,156	2 378	0,476
6	0,185	0,149	2 238	0,569
7	0,174	0,149	2 138	0,478
8	0,181	0,159	2 035	0,498

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py` ; k-moyennes : 20 initialisations, graine 20261031 ; Ward : `scipy.cluster.hierarchy` ; ARI : indice de Rand ajusté entre les deux partitions au même k.

Trois enseignements se dégagent. Le premier est que la structure la plus nette est à deux groupes : la silhouette moyenne vaut 0,417 à $k = 2$ et tombe à 0,225 dès $k = 3$, puis stagne autour de 0,18 ; les k-moyennes et Ward coïncident exactement jusqu'à $k = 3$ et divergent ensuite, ce qui est un autre signe que la structure au-delà de deux ou trois groupes est fragile. Le segment qui se détache regroupe les 89 ventes de Buckingham et de Masson-Angers, à une trentaine de kilomètres du centre, dont le prix médian de 371 000 $ et le prix médian au mètre carré de 2 684 $/m² contrastent avec les 495 500 $ et 3 529 $/m² des 511 autres ventes. Le deuxième enseignement est que cette structure est géographique : avec les coordonnées seules, la silhouette atteint 0,735 à $k = 2$ et reste à 0,672 à $k = 5$, où la partition reproduit presque exactement les cinq secteurs, avec un indice de Rand ajusté de 0,986 ; avec les attributs seuls, elle plafonne à 0,221 et la partition n'a aucun rapport avec les secteurs, l'indice de Rand ajusté étant de 0,001. Autrement dit, les maisons du jeu synthétique ne forment pas de « types » distincts par leur taille, leur âge et leur qualité, qui varient continûment, mais elles forment des grappes spatiales qui sont les secteurs. Le

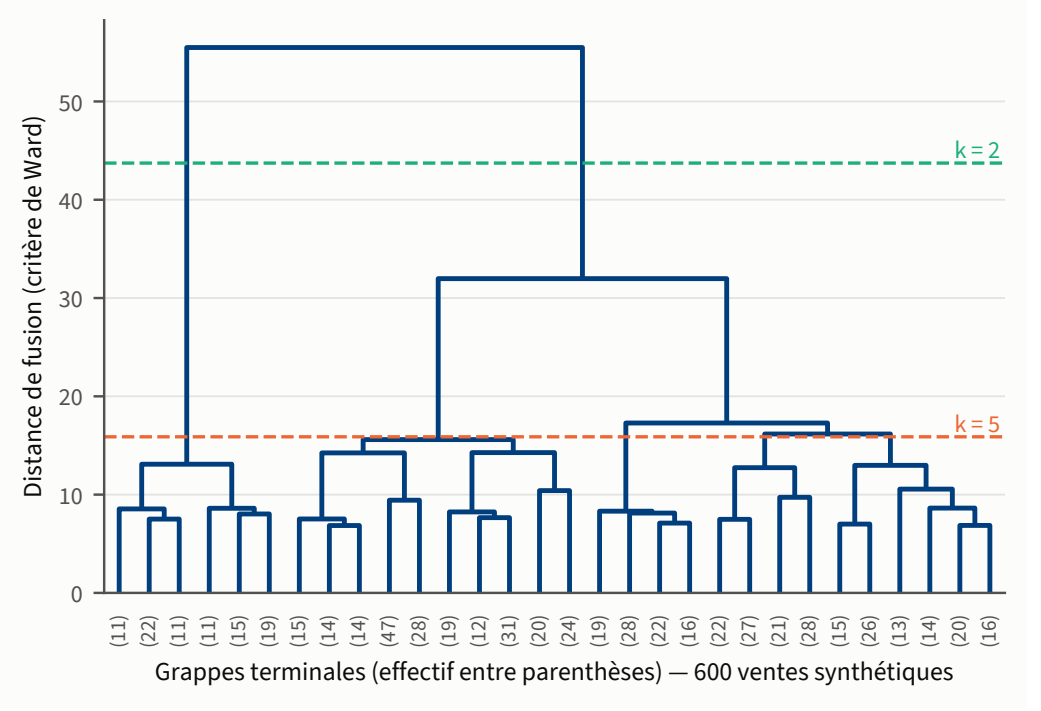


FIGURE 15.2. Dendrogramme de Ward des 600 ventes synthétiques du cas 1 (attributs et coordonnées centrés-réduits), tronqué à trente grappes terminales. La fusion finale, de loin la plus coûteuse, sépare les ventes de l'est de la RMR des autres ; les coupes à $k = 2$ et $k = 5$ sont indiquées. Les hauteurs intermédiaires décroissent sans saut marqué, signe d'une structure faible au-delà de deux groupes.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch15_figures.py`, graine 20261031

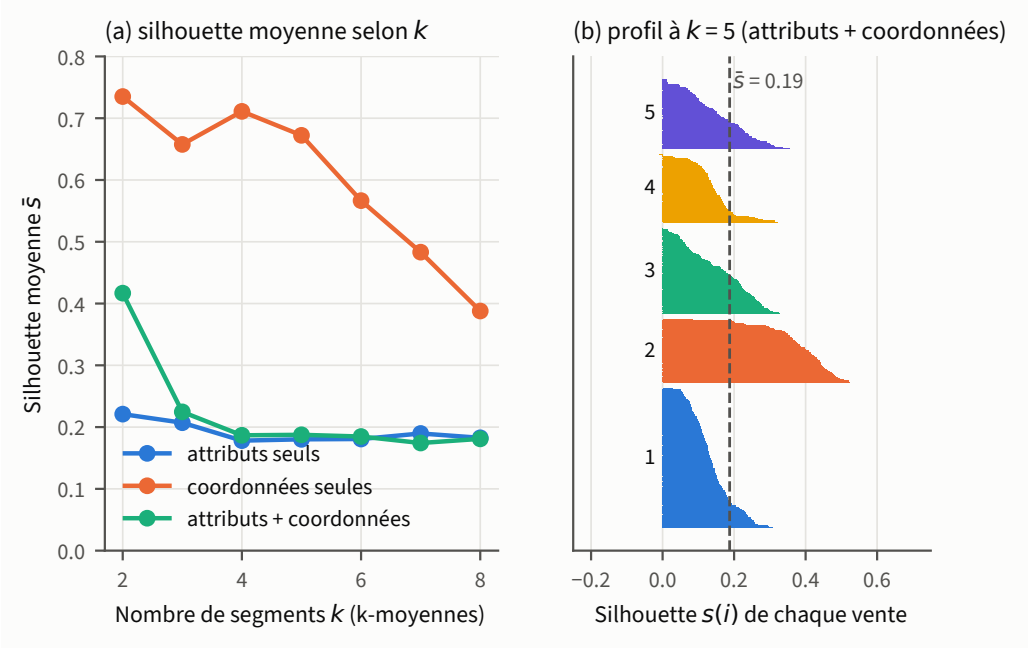


FIGURE 15.3. (a) Silhouette moyenne des k-moyennes selon le nombre de segments, pour trois jeux de variables : les attributs seuls ne révèlent aucune structure, les coordonnées seules en révèlent une nette, et le jeu complet se situe entre les deux. (b) Profil des silhouettes individuelles à $k = 5$ pour le jeu complet : les segments sont peu séparés et plusieurs ventes ont une silhouette négative.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch15_figures.py`, graine 20261031

troisième enseignement concerne le jeu complet à $k = 5$: la silhouette de 0,188 est faible, les segments mélangent les critères, et leur concordance avec les secteurs est médiocre, l'indice de Rand ajusté valant 0,124. Le tableau 15.6 et la figure 15.4 en donnent le détail.

Tableau 15.6. Profil des cinq segments des k-moyennes (attributs et coordonnées) et croisement avec les secteurs, cas 1 (données synthétiques)

Seg.	n	Sup. (m²)	Âge	Qual.	Dist. (km)	Prix ($)	$/m²	Hull	Gat.	Ayl.	Buck.	M.-A.
1	197	135,0	41	3,36	6,9	523 500	3 655	69	83	45	0	0
2	89	145,0	43	3,09	28,1	371 000	2 684	0	0	0	42	47
3	120	165,5	50	3,05	6,3	528 000	3 179	51	35	34	0	0
4	96	145,5	44	1,81	7,2	473 250	3 350	33	34	29	0	0
5	98	116,0	34	3,14	6,9	446 750	3 853	33	48	17	0	0

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py`, k-moyennes à $k = 5$, 20 initialisations, graine 20261031 ; superficie, âge, distance au centre et prix : médianes ; qualité : moyenne ; les cinq dernières colonnes donnent le nombre de ventes de chaque secteur dans le segment ; silhouette moyenne 0,188 ; indice de Rand ajusté avec les secteurs 0,124.

Le segment 2 est l'est de la RMR ; le segment 4 regroupe les maisons de qualité inférieure, de moyenne 1,81 sur une échelle de 1 à 5, où qu'elles se trouvent à l'ouest ; le segment 5 les petites maisons récentes, de 116 m² et 34 ans en médiane ; le segment 3 les grandes maisons anciennes, de 165 m² et 50 ans ; et le segment 1 les maisons de qualité supérieure à la moyenne. Ces segments ont une cohérence descriptive, mais ils ne sont pas des sous-marchés au sens de la définition 15.1 : rien n'indique qu'une maison de qualité 2 à Aylmer et une maison de qualité 2 à Gatineau soient des substituts pour le même acheteur, ni que la relation entre le prix et la superficie y soit différente de celle des maisons de qualité 4. C'est la limite de la classification non supervisée : elle regroupe ce qui se ressemble, non ce qui se vend de la même façon. Seul un test portant sur la relation entre le prix et les attributs peut dire si une partition, a priori ou statistique, définit des sous-marchés.

15.4 Le test de Chow : une équation ou plusieurs ?

15.4.1 Dérivation

Le test proposé par Chow (1960) compare l'ajustement d'un modèle linéaire estimé sous la contrainte de coefficients communs à celui du même modèle estimé librement dans chaque segment. Soit n observations réparties en G segments d'effectifs $n_1, \dots, n_G$, et k_0 régresseurs, constante comprise. Le modèle libre estime G équations distinctes, soit Gk_0 coefficients, et sa somme des carrés des résidus est $SCR_{\text{L}} = \sum_g SCR_g$. Le modèle contraint impose des restrictions linéaires sur ces coefficients ; dans la version *classique*, il impose que tous les coefficients soient égaux entre segments, soit une seule équation à k_0 coefficients et $q_0 = (G-1)k_0$ restrictions ; dans la version que l'on appellera *pentes*, plus pertinente pour l'évaluation, il laisse libre la constante de chaque segment et n'impose l'égalité que des $k_0 - 1$ pentes, soit $k_0 + G - 1$ coefficients et $q = (G-1)(k_0 - 1)$ restrictions. Dans les deux cas, la statistique de test est le rapport de l'accroissement de la somme des carrés dû aux restrictions, par restriction, à la variance résiduelle du modèle libre.

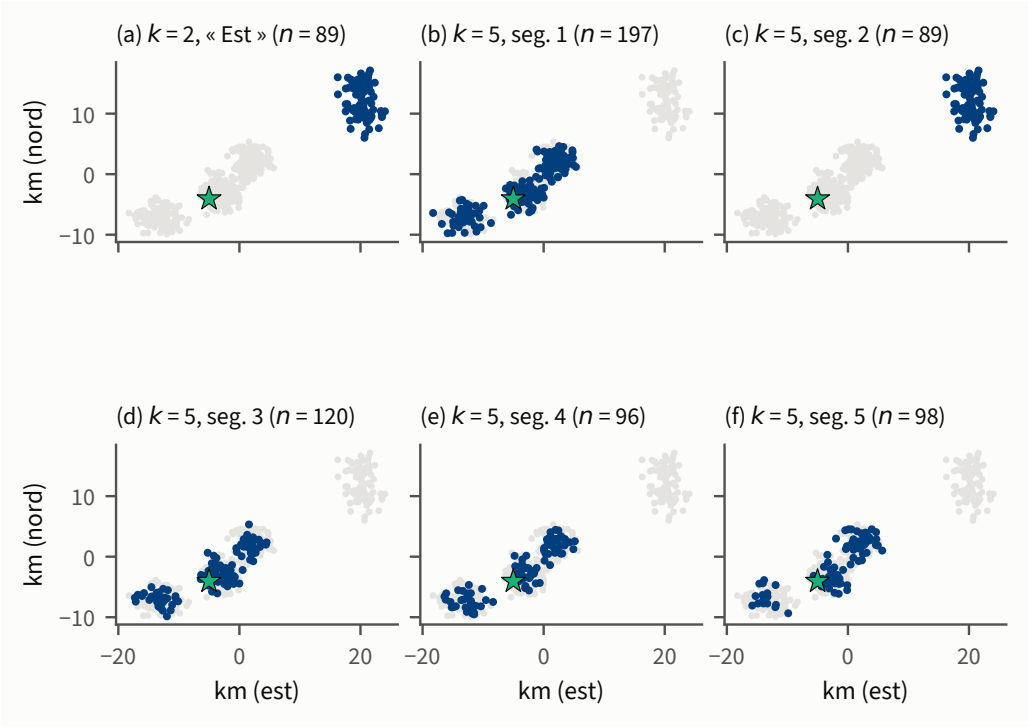


FIGURE 15.4. Carte fictive des segments des k-moyennes : (a) le segment « Est » de la partition à deux groupes ; (b) à (f) les cinq segments de la partition à cinq groupes, chacun mis en évidence sur fond des autres ventes ; l'étoile marque le sujet. Seul le segment 2 est purement géographique ; les segments 1, 3, 4 et 5 découpent l'ouest de la RMR selon la qualité, la taille et l'âge et chevauchent les trois secteurs de Hull, Gatineau et Aylmer.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch15_figures.py`, coordonnées fictives projetées en kilomètres, graine 20261031

Proposition 15.1 : Test de Chow

Sous les hypothèses du modèle linéaire classique, erreurs normales, indépendantes, de variance σ^2 identique dans tous les segments, et sous l'hypothèse nulle H_0 que les q restrictions sont vraies, la statistique

$$F = \frac{(SCR_{\mathrm{C}} - SCR_{\mathrm{L}})/q}{SCR_{\mathrm{L}}/(n - Gk_0)} \tag{15.10}$$

suit une loi de Fisher à q et $n - Gk_0$ degrés de liberté, où SCR_{C} est la somme des carrés des résidus du modèle contraint. On rejette H_0 au seuil α si F dépasse le quantile $F_{1-\alpha}(q, n - Gk_0)$.

Démonstration. Le modèle libre s'écrit comme une seule régression empilée $\mathbf{y} = \mathbf{X}_{\mathrm{L}}\theta + \varepsilon$, où $\mathbf{X}_{\mathrm{L}}$ est diagonale par blocs, chaque bloc étant la matrice des régresseurs d'un segment, et θ empile les Gk_0 coefficients. Le modèle contraint est $\mathbf{R}\theta = \mathbf{o}$ pour une matrice $\mathbf{R}$ de q lignes indépendantes exprimant l'égalité des coefficients concernés entre segments. Sous normalité, $SCR_{\mathrm{L}}/\sigma^2 \sim \chi^2(n - Gk_0)$; la différence $(SCR_{\mathrm{C}} - SCR_{\mathrm{L}})/\sigma^2$ est la forme quadratique $(\mathbf{R}\hat{\theta})^{\top}[\mathbf{R}(\mathbf{X}_{\mathrm{L}}^{\top}\mathbf{X}_{\mathrm{L}})^{-1}\mathbf{R}^{\top}]^{-1}(\mathbf{R}\hat{\theta})/\sigma^2$, qui suit sous H_0 une loi $\chi^2(q)$ et est indépendante de SCR_{L} par le théorème de Cochran, les deux formes quadratiques portant sur des projections orthogonales de ε. Le rapport des deux khi-deux divisés par leurs degrés de liberté suit une loi $F(q, n - Gk_0)$, et σ^2 s'élimine. La version pentes s'obtient avec une matrice $\mathbf{R}$ qui ne porte pas sur les constantes ; la version classique avec une matrice qui porte sur tous les coefficients (Wooldridge 2010, chap. 4). □

La démonstration repose sur une hypothèse qu'il faut discuter : l'homoscédasticité, et en particulier l'égalité des variances résiduelles entre segments. Si un segment est plus bruyant qu'un autre, ce qui est fréquent lorsqu'un sous-marché est mince ou hétérogène, la statistique F ne suit plus exactement sa loi de référence. On lui préfère alors une statistique de Wald construite sur le modèle empilé avec interactions, $\ln P_i = \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \sum_{g \neq 1} D_{ig}\,(\gamma_g + \tilde{\mathbf{x}}_i^{\top}\delta_g) + \varepsilon_i$, où D_{ig} indique l'appartenance au segment g, $\tilde{\mathbf{x}}_i$ exclut la constante et les δ_g mesurent l'écart des pentes du segment g à celles du segment de référence :

$$W = \hat{\delta}^{\top}\,\hat{\mathbf{V}}_{\mathrm{HC}_1}(\hat{\delta})^{-1}\,\hat{\delta} \overset{H_0}{\sim} \chi^2(q), \tag{15.11}$$

avec $\hat{\mathbf{V}}_{\mathrm{HC}_1}$ la matrice de covariance robuste à l'hétéroscédasticité que l'annexe des conventions de calcul impose dans tout l'ouvrage. La statistique W ne vaut qu'asymptotiquement, mais elle ne suppose rien sur l'égalité des variances ; lorsque F et W concluent dans le même sens, la décision est solide ; lorsqu'ils divergent, c'est le signe d'une hétéroscédasticité qu'il faut examiner. Une précaution technique s'impose enfin : un régresseur constant à l'intérieur d'un segment, par exemple l'indicatrice « à étages » lorsque l'on segmente par type de bâtiment, n'est pas identifiable dans l'équation de ce segment et doit être retiré du jeu des pentes testées, sa contribution passant dans la constante du segment ; le script du chapitre le fait automatiquement et le signale.

15.4.2 Application : les cinq secteurs de Gatineau

Le tableau 15.7 présente, pour chacun des cinq secteurs, les coefficients des quatre variables les plus importantes du modèle, estimés séparément avec leurs erreurs-types HC1, à côté du

coefficient commun du modèle de référence ; la figure 15.5 les représente avec leurs intervalles à 95 %. Les élasticités de la superficie vont de 0,513 à Aylmer à 0,558 à Masson-Angers, autour d'un coefficient commun de 0,539 ; les prix implicites d'un échelon de qualité de 4,8 % à 7,8 %, autour de 6,1 % ; les effets de l'âge de −0,0032 à −0,0055 par année ; les tendances mensuelles de 0,30 % à 0,44 %. Aucun intervalle ne manque le coefficient commun, et les intervalles des deux petits secteurs sont deux à trois fois plus larges que ceux des grands, ce qui illustre le coût en variance de la segmentation.

Tableau 15.7. Coefficients hédoniques estimés séparément dans chaque secteur (erreurs-types HC1 entre parenthèses) et coefficient commun du modèle de référence, cas 1 (données synthétiques)

Secteur	n	ln(superficie)	ln(terrain)	Âge	Qualité	Tendance (mois)
Hull	186	0,540 (0,022)	0,083 (0,021)	−0,0043 (0,0010)	0,064 (0,007)	0,0032 (0,0005)
Gatineau	200	0,556 (0,020)	0,109 (0,020)	−0,0054 (0,0009)	0,058 (0,008)	0,0035 (0,0005)
Aylmer	125	0,513 (0,029)	0,047 (0,025)	−0,0032 (0,0016)	0,054 (0,011)	0,0044 (0,0006)
Buckingham	42	0,536 (0,051)	0,096 (0,046)	−0,0055 (0,0025)	0,048 (0,017)	0,0039 (0,0012)
Masson-Angers	47	0,558 (0,061)	0,161 (0,038)	−0,0053 (0,0023)	0,078 (0,017)	0,0030 (0,0012)
Modèle commun	600	0,539 (0,013)	0,094 (0,011)	−0,0051 (0,0006)	0,061 (0,004)	0,0036 (0,0003)
Loi de génération	—	0,55	0,10	−0,0055	0,06	0,0036

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py` ; modèle commun : `traite.cas1.hedonique` (indicatrices de secteur incluses) ; chaque équation de secteur comprend aussi l'âge au carré, le garage, le sous-sol fini, la piscine, le type et la distance au centre ; loi de génération : `data/synthetic/README.md` (la tendance mensuelle de 0,0036 découle de la croissance annuelle de 4,43 %).

Le test formel confirme cette lecture. Avec $k_0 = 12$ régresseurs par équation et $G = 5$ secteurs, la somme des carrés des résidus passe de 4,0245 pour le modèle à constantes de secteur et pentes communes à 3,7360 pour les cinq équations libres ; la statistique pentes vaut

$$F = \frac{(4{,}0245 - 3{,}7360)/44}{3{,}7360/540} = 0{,}948, \qquad p = 0{,}570, \tag{15.12}$$

très loin du seuil critique $F_{0,95}(44, 540) = 1{,}40$: l'hypothèse de pentes communes n'est pas rejetée. La statistique de Wald robuste donne $W = 54{,}5$ pour 44 degrés de liberté, $p = 0{,}134$, et conduit à la même conclusion. En revanche, la version classique, qui impose aussi l'égalité des constantes, donne $F = 8{,}03$ pour 48 et 540 degrés de liberté, avec une valeur p de l'ordre de 10^{-38} : les niveaux de prix diffèrent massivement entre secteurs. La réponse à la question du titre est donc nuancée et, dans ce cas synthétique, conforme à la loi de génération : les cinq secteurs ne sont pas des sous-marchés au sens de la définition 15.1, puisque la structure des prix implicites y est la même, mais ils sont des niveaux de prix distincts, et une équation unique n'est acceptable qu'avec des effets de secteur. Supprimer ces effets, comme le fait le modèle entièrement commun, porte l'écart-type résiduel de 0,0830 à 0,104 et biaise toute comparaison entre secteurs.

15.4.3 D'autres partitions, et le piège des tests multiples

Le même test a été appliqué à cinq autres partitions, et le tableau 15.8 en rassemble les résultats. Le regroupement de Buckingham et de Masson-Angers en un secteur « Est », qui porte tous les effectifs au-dessus de 89 ventes, ne change rien : $p = 0{,}43$. Les partitions

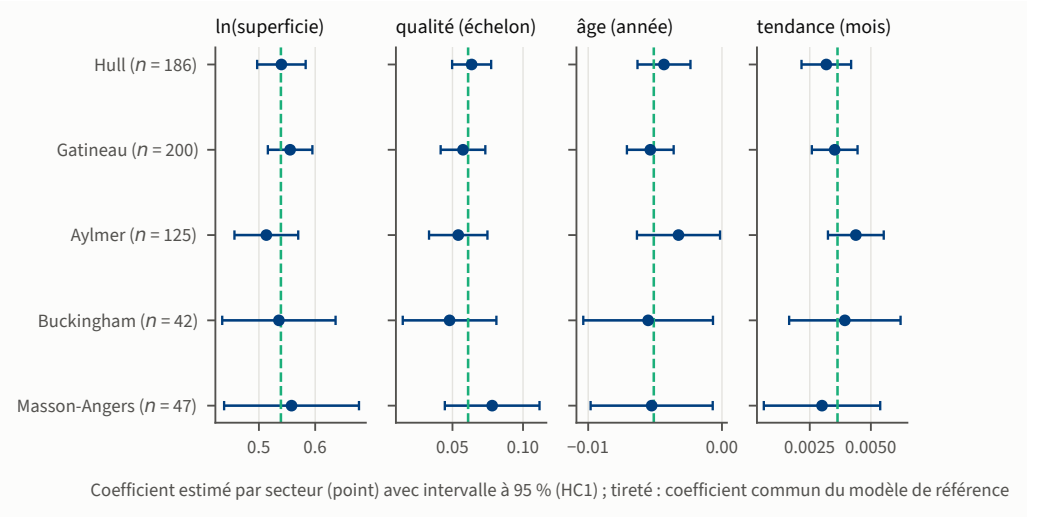


Figure 15.5. Coefficients de la superficie, de la qualité, de l'âge et de la tendance estimés séparément dans chaque secteur, avec intervalles à 95 % (HC1) ; le tireté est le coefficient commun du modèle de référence. Tous les intervalles le contiennent ; ceux des deux petits secteurs sont nettement plus larges.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch15_figures.py`, graine 20261031

statistiques des k-moyennes, à deux et à cinq segments, ne révèlent pas davantage de différences de pentes, $p = 0{,}59$ et $p = 0{,}43$, tandis que la version classique rejette dans les deux cas parce que les segments ont des niveaux de prix différents ; la statistique de Wald à cinq segments, $p = 0{,}057$, frôle le seuil sans le franchir. La partition par type de bâtiment donne un résultat intermédiaire : le test F des pentes ne rejette pas au seuil de 5 % ($p = 0{,}079$), mais la statistique de Wald rejette ($p = 0{,}010$), divergence qui signale une hétéroscédasticité entre plain-pieds et maisons à étages plutôt qu'une différence de structure, et qui appellerait un examen des résidus avant toute conclusion. La partition temporelle, enfin, qui oppose les ventes de 2023-2024 à celles de 2025-2026, conduit à rejeter l'égalité des pentes au seuil de 5 % par les trois statistiques, avec des valeurs p de 0,034, 0,024 et 0,037.

Tableau 15.8. Tests de stabilité des coefficients hédoniques pour six partitions des 600 ventes du cas 1 (données synthétiques)

Partition	G	k_0	q	F pentes	p	F classique	p	W (HC1)	p
Secteur (5)	5	12	44	0,948	0,570	8,029	$<0{,}0001$	54,48	0,133 8
Secteur, Est regroupé (4)	4	12	33	1,028	0,426	10,539	$<0{,}0001$	40,28	0,179 1
Type de bâtiment (2)	2	11	10	1,692	0,079	3,118	0,000 4	23,33	0,009 6
Période 2023-24 / 2025-26 (2)	2	12	11	1,926	0,034	1,978	0,024 0	20,64	0,037 3
k-moyennes, $k = 2$	2	12	11	0,852	0,588	19,189	$<0{,}0001$	12,56	0,323 1
k-moyennes, $k = 5$	5	11	40	1,028	0,427	6,371	$<0{,}0001$	55,01	0,057 4

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py` ; F pentes : équation (15.10) avec constantes libres par segment, $q = (G-1)(k_0-1)$; F classique : tous coefficients communs, $q_0 = (G-1)k_0$; W : équation (15.11) ; $k_0 = 11$ lorsque l'indicatrice « à étages » est constante dans un segment et retirée des pentes testées.

Ce dernier résultat mérite qu'on s'y arrête, parce qu'il est faux et que l'on sait pourquoi. Le jeu synthétique a été généré avec des coefficients constants dans le temps ; la seule chose qui change entre les deux périodes est le niveau des prix, capté par la tendance. Le rejet au seuil de 5 % est donc une erreur de première espèce, et sa survenue n'a rien d'étonnant : six partitions ont été testées, chacune avec trois statistiques, et la probabilité qu'au moins un test sur six rejette à tort au seuil de 5 % est de l'ordre de 26 % si les tests étaient indépendants. Au seuil de 1 %, dont le quantile $F_{0,99}(11, 576)$ vaut 2,28, aucune statistique ne rejette. Sur des données réelles, l'évaluateur ne connaît pas la vérité, et la leçon est double : d'une part, les partitions testées doivent être fixées a priori, en petit nombre, pour des raisons de marché et non après inspection des données ; d'autre part, un rejet isolé à un seuil de 5 %, surtout avec une valeur p voisine du seuil, n'autorise pas à conclure à une rupture de structure sans un examen des coefficients concernés et sans une confirmation hors échantillon. Dans le cas présent, l'examen montrerait que la pente de la tendance, estimée sur une fenêtre de deux ans dans chaque sous-période, est mal identifiée et porte l'essentiel de l'écart.

15.4.4 La précision hors échantillon tranche

Le test de Chow dit si les coefficients diffèrent significativement ; il ne dit pas si la segmentation améliore les prédictions, qui est la question qui importe à l'évaluateur. Goodman et Thibodeau (2003) ont proposé de trancher par la précision hors échantillon, et le tableau 15.9 applique leur critère : les 600 ventes sont réparties au hasard en dix plis, chaque spécification est estimée sur neuf plis et ses prédictions sont évaluées sur le dixième, et l'on rapporte la racine de l'erreur quadratique moyenne en logarithme ainsi que l'erreur absolue médiane et moyenne en pourcentage du prix.

Tableau 15.9. Précision prédictive hors échantillon (validation croisée à dix plis) de sept spécifications, cas 1 (données synthétiques)

Spécification	RMSE (log)	Err. abs. méd. (%)	Err. abs. moy. (%)
Équation unique sans segment	0,105 3	7,08	8,39
Pentes communes + indicatrices de secteur (référence)	0,083 9	5,81	6,79
Une équation par secteur	0,088 8	6,26	7,19
Pentes communes + indicatrices k-moyennes, $k = 2$	0,089 8	6,53	7,32
Une équation par segment k-moyennes, $k = 2$	0,090 4	6,65	7,37
Pentes communes + indicatrices k-moyennes, $k = 5$	0,090 1	6,55	7,33
Une équation par segment k-moyennes, $k = 5$	0,094 2	6,71	7,62

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py` ; dix plis aléatoires, graine 20261031 ; erreurs en pourcentage calculées sur $\exp(\text{résidu}) - 1$.

Le classement est sans ambiguïté. L'équation unique sans aucun effet de localisation est la pire, avec une erreur absolue médiane de 7,1 % ; l'ajout des indicatrices de secteur la ramène à 5,8 %, soit un gain d'un cinquième ; et toutes les spécifications segmentées font moins bien que cette référence, l'équation par secteur à 6,3 % et l'équation par segment statistique à cinq groupes à 6,7 %. La segmentation par secteur coûte de la variance sans réduire de biais, puisque les pentes sont communes ; la segmentation statistique coûte davantage encore, parce que ses segments ne captent pas les primes de secteur aussi bien que les secteurs eux-mêmes, le segment 1 mélangeant par exemple des ventes de Hull, de Gatineau et d'Aylmer dont les

niveaux de prix diffèrent de 2 % à 9 %. Le résultat rejoint celui de Bourassa et al. (2003) sur des données réelles : la connaissance a priori du marché, ici les cinq secteurs de courtage, fait mieux que la classification statistique, et l'important est d'inclure les sous-marchés comme effets de niveau plutôt que de multiplier les équations. On gardera toutefois à l'esprit que ce verdict dépend des données : sur un marché réel où les prix implicites diffèrent effectivement entre sous-marchés, par exemple entre un centre-ville dense où le terrain commande le prix et une banlieue où c'est la surface habitable, la segmentation réduit le biais et peut l'emporter, comme l'ont trouvé Goodman et Thibodeau (2003) à Dallas et Bourassa et al. (2010) en comparant les sous-marchés aux méthodes spatiales du chapitre 19.

15.5 Sensibilité : variables de classification et partitions

Les conclusions des deux sections précédentes dépendent de choix de l'analyste, et le tableau 15.10 mesure leur sensibilité au plus important d'entre eux, le jeu des variables de classification. Avec les attributs seuls, la silhouette maximale est de 0,221 à $k = 2$ et la partition n'a aucun lien avec les secteurs ; avec les coordonnées seules, elle atteint 0,735 et la partition à cinq groupes reproduit les secteurs à 98,6 % ; avec le jeu complet, les résultats sont intermédiaires et instables au-delà de $k = 2$. La leçon est que la classification révèle la structure que les variables contiennent : des coordonnées produisent des grappes spatiales, des attributs des types de maisons, et le mélange des deux un compromis qui n'a de sens que si l'on pondère les variables selon leur importance pour le prix, par exemple en utilisant comme variables de classification les prix implicites des attributs multipliés par ceux-ci, ce qui revient à classer les biens selon la décomposition de leur prix prédit plutôt que selon leurs caractéristiques brutes. La sensibilité des tests de Chow à la partition a été examinée au tableau 15.8 : la conclusion de pentes communes résiste à toutes les partitions géographiques et statistiques, et ne cède qu'à la partition temporelle, pour les raisons de tests multiples déjà discutées. Celle de la validation croisée est robuste au nombre de plis et à la graine aléatoire, le classement des spécifications ne changeant pas lorsque l'on passe de dix à cinq plis ou que l'on change l'ordre des observations, ce que le lecteur peut vérifier en modifiant le script.

Tableau 15.10. Sensibilité de la segmentation statistique au jeu de variables de classification, k-moyennes, cas 1 (données synthétiques)

Variables	k^*	$\bar{s}$ à k^*	ARI à k^*	$\bar{s}$ à $k = 5$	ARI à $k = 5$
Attributs seuls (superficie, terrain, âge, qualité, type)	2	0,221	0,001	0,180	0,048
Coordonnées seules (x, y, distance au centre)	2	0,735	0,213	0,672	0,986
Attributs et coordonnées	2	0,417	0,213	0,188	0,124

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py`, 20 initialisations, graine 20261031 ; k^* : nombre de segments maximisant la silhouette ; ARI : indice de Rand ajusté entre la partition et les cinq secteurs.

15.6 L'étude de marché locatif : l'immeuble du cas 3

15.6.1 L'univers et la structure des loyers de la zone

L'étude de marché d'un immeuble de logements porte sur un marché différent, celui des loyers, et ses indicateurs viennent d'une source différente, l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL, dont les résultats d'octobre sont publiés en décembre dans le Rapport sur le marché locatif (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a). L'enquête couvre les appartements d'initiative privée des immeubles de trois logements et plus, et elle les décrit par zone, par nombre de chambres, par taille d'immeuble et par année de construction, avec un indicateur de qualité statistique de a à d et la suppression des cellules dont l'échantillon est insuffisant. L'immeuble du cas 3, douze logements de 1962 dans Rosemont–La Petite-Patrie, relève de la zone 9 de la RMR de Montréal. Le tableau 15.11 rassemble les indicateurs pertinents de cette zone, de l'île et de la RMR, et la figure 15.6 représente la structure des loyers et de l'univers par taille de logement.

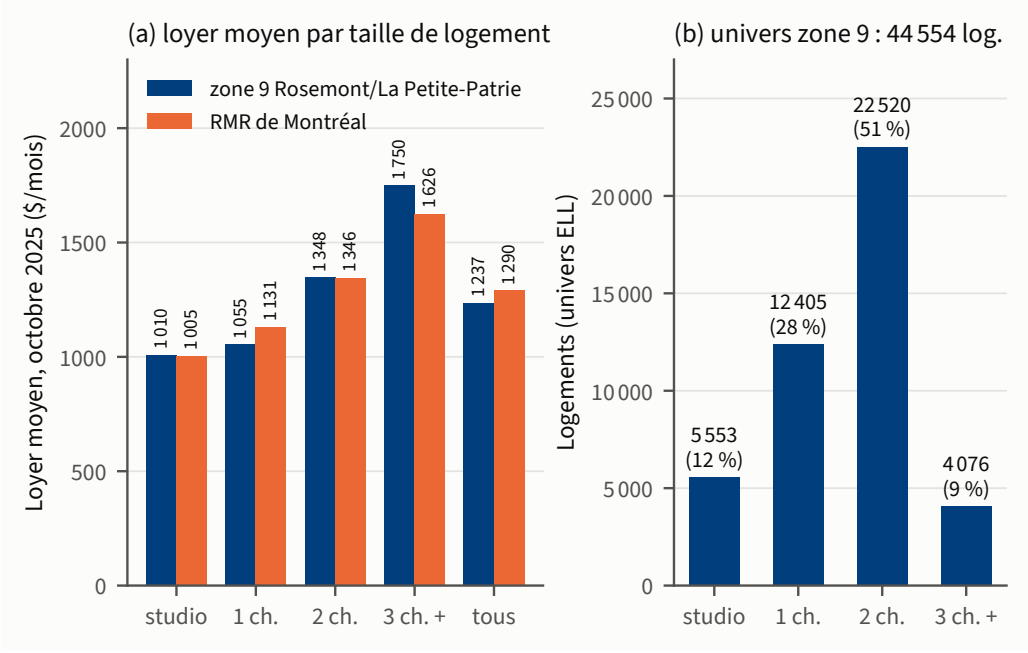


Figure 15.6. (a) Loyer moyen des appartements d'initiative privée par taille de logement, octobre 2025, zone 9 Rosemont/La Petite-Patrie et RMR de Montréal : la zone suit la RMR pour les petits logements et la dépasse pour les trois chambres et plus. (b) Univers de la zone 9 par taille de logement : les deux chambres représentent la moitié des 44 554 logements.

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, tableaux 1.1.2 et 1.1.3 de la RMR de Montréal (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), consultés le 31 octobre 2026 ; indicateurs de qualité SCHL de c à d pour les loyers de la zone 9 ; script `analysis/python/figures/ch15_figures.py`.

La zone 9 est un marché locatif de grande taille, avec 44 554 appartements d'initiative privée, soit 6,7 % de l'univers de la RMR, dominé par les logements de deux chambres, qui en forment la moitié, les une chambre comptant pour 27,8 %, les studios pour 12,5 % et les trois chambres et plus pour 9,1 %. Les loyers moyens d'octobre 2025, 1 055 $ pour une chambre, 1 348 $ pour deux et 1 750 $ pour trois et plus, sont voisins de ceux de la RMR pour les petits logements et supérieurs de 7,6 % pour les grands ; ils ont progressé de 7,5 % en un an sur un

Tableau 15.11. Indicateurs du marché locatif pour l'immeuble du cas 3 : zone SCHL 9 Rosemont/La Petite-Patrie, île et RMR de Montréal, octobre 2025

Indicateur	Zone 9 Rosemont	Île, immeubles de 6 à 19 logements	RMR de Montréal
Univers (appartements d'initiative privée, 3 logements et plus)	44 554	—	667 266
Loyer moyen 1 ch. / 2 ch. / 3 ch. + ($/mois)	1 055 / 1 348 / 1 750	— / 1 177 / —	1 131 / 1 346 / 1 626
Loyer moyen, tous logements ($/mois)	1 237	1 162	1 290
Variation « même échantillon » 2024-2025, tous (%)	7,5	—	7,4
Taux d'inoccupation 2025, tous (%)	supprimé (0,7 en 2024)	2,2 (1,7 en 2024)	2,9 (2,1 en 2024)
Taux d'inoccupation 2025, 1 ch. (%)	0,5	—	3,2
Taux de rotation 2025, tous (%)	supprimé	8,5 (9,4 en 2024)	9,4 (11,1 en 2024)
Loyer des logements inoccupés vs occupés, 1 ch. ($)	1 295 vs 1 054	—	1 344 vs 1 124
Parc achevé de juillet 2022 à juin 2025 : logements, loyer moyen ($)	627 ; 1 920 (2 ch. : 2 226)	—	—

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025 (Rapport sur le marché locatif publié le 11 décembre 2025), tableaux 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.1.6, 1.1.9, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.4 et 3.1.7 de la RMR de Montréal (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), consultés le 31 octobre 2026 ; « supprimé » : cellule non publiée par la SCHL (échantillon insuffisant) ; indicateurs de qualité SCHL de a à d selon les cellules, les loyers de la zone 9 étant de qualité c ou d.

échantillon constant d'immeubles, au même rythme que la RMR. L'inoccupation de la zone est trop faible pour être publiée en 2025, sauf pour les une chambre à 0,5 % ; elle était de 0,7 % en 2024, contre 2,1 % dans la RMR, et la remontée régionale à 2,9 % en 2025 ne semble pas avoir atteint la zone. Deux indicateurs supplémentaires éclairent l'immeuble du cas 3. Le premier est l'écart entre le loyer des logements inoccupés et celui des logements occupés, que la SCHL publie depuis quelques années : pour les une chambre de la zone 9, un logement vacant se loue 1 295 $ contre 1 054 $ pour un logement occupé, soit 22,9 % de plus, et pour l'ensemble des logements de la RMR l'écart est de 27,1 %. Cet écart mesure directement le rattrapage que permet un départ de locataire dans un marché où l'encadrement des loyers du chapitre 34 retient les loyers en place. Le second est l'offre neuve : 627 logements achevés entre juillet 2022 et juin 2025 dans la zone, à un loyer moyen de 1 920 $, soit 55 % au-dessus du loyer moyen du parc existant ; ils ne représentent que 1,4 % de l'univers et ne concurrencent pas directement un immeuble de 1962, mais ils fixent le plafond du marché et attirent les locataires les plus solvables.

15.6.2 Les loyers de l'immeuble face au marché

Tableau 15.12. Loyers de l'immeuble du cas 3 par type de logement et loyers moyens de la zone SCHL 9 (données synthétiques pour l'immeuble ; SCHL pour la zone)

Type (immeuble / SCHL)	n	Contrat ($)	Marché ($)	Zone 9 ($)	Marché/zone	Écart (%)
3½ / 1 chambre	4	875	1 039	1 055	0,985	15,8
4½ / 2 chambres	6	1 192	1 340	1 348	0,994	11,1
5½ / 3 chambres et plus	2	1 571	1 652	1 750	0,944	4,9
Ensemble (mensuel)	12	13 795	15 503	—	—	11,0

Source : immeuble : [données synthétiques] `data/synthetic/cas3_montreal_etat_locatif.csv`, `traite.cas3.revenus` ; zone 9 : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, tableau 1.1.2 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) ; écart en pourcentage du loyer de marché ; calculs : `ch15_segmentation.py`.

Exemple 15.1 : L'état locatif du cas 3 confronté à la zone SCHL 9

L'état locatif synthétique de l'immeuble du cas 3, fourni par `traite.cas3.charger` et détaillé au chapitre 47, compte quatre logements de trois pièces et demie, six de quatre et demie et deux de cinq et demie, dont le loyer contractuel mensuel total est de 13 795 $ contre 15 503 $ au loyer de marché estimé, soit un revenu brut potentiel contractuel de 165 540 $ et un revenu au marché de 186 036 $, un écart annuel de 20 496 $ ou 11,0 % du revenu de marché, chiffres fournis par `traite.cas3.revenus`. Le tableau 15.12 compare, par type de logement, les loyers contractuels et de marché de l'immeuble aux loyers moyens de la zone : les loyers de marché retenus dans le dossier sont à 98,5 %, 99,4 % et 94,4 % des moyennes SCHL des une, deux et trois chambres, ce qui est cohérent pour un immeuble de 1962 d'état moyen, légèrement en deçà d'un parc qui comprend des logements rénovés et récents ; et l'écart entre le loyer en place et le loyer de marché décroît avec la taille du logement, de 15,8 % pour les trois et demie, où

siègent les baux les plus anciens, à 4,9 % pour les cinq et demie, reloués récemment. L'étude de marché fournit ensuite les paramètres dont les chapitres 27 et 30 ont besoin. La provision combinée pour inoccupation et mauvaises créances de 3,9 % retenue dans les hypothèses du cas 3 est supérieure à l'inoccupation physique observée dans la zone et dans les immeubles de six à dix-neuf logements de l'île (2,2 %), ce qui est voulu : l'inoccupation de la SCHL est un instantané d'octobre qui ne compte ni les pertes entre deux baux ni les créances irrécouvrables, et la SCHL anticipe une remontée de l'inoccupation régionale (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026b). Le rythme de rattrapage des loyers dépend de la rotation. Si une fraction r des baux est renouvelée avec un nouveau locataire chaque année et que l'écart entre loyer en place et loyer de marché reste constant, la part de l'écart récupérée après T années est

$$\pi_T = 1 - (1 - r)^T, \tag{15.13}$$

et l'horizon moyen de renouvellement complet du parc est $1/r$. L'hypothèse de rotation de 15 % du dossier du cas 3 récupérerait 3 074 $ de l'écart dès la première année et 55,6 % en cinq ans, avec un renouvellement complet en 6,7 ans ; la rotation observée par la SCHL en 2025, 9,4 % dans la RMR et 8,5 % dans les immeubles de six à dix-neuf logements de l'île, en baisse par rapport à 2024, ne récupérerait que 1 927 $ ou 1 742 $ la première année et 39,0 % ou 35,9 % en cinq ans, avec un horizon de 10,6 à 11,8 ans. L'écart entre ces scénarios est l'un des paramètres de l'analyse de sensibilité du chapitre 47 ; l'étude de marché ne le tranche pas, mais elle borne l'hypothèse par l'observation et oblige l'évaluateur à justifier une rotation supérieure à celle du marché, par exemple par l'ancienneté des locataires ou par des départs annoncés.

Au Québec

L'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL est réalisée en octobre auprès des propriétaires et gestionnaires d'immeubles d'initiative privée de trois logements et plus ; elle exclut donc les duplex, les logements de copropriété offerts en location, couverts par une enquête distincte, et les logements sociaux. Ses zones ne correspondent ni aux arrondissements ni aux secteurs de courtage ; pour Montréal, la zone 9 recouvre l'arrondissement de Rosemont–La Petite-Patrie. Chaque cellule porte un indicateur de qualité de a à d, et les cellules dont le coefficient de variation est trop élevé sont supprimées ; les loyers moyens par taille de logement de la zone 9 sont de qualité c ou d en 2025 et doivent être utilisés avec prudence. La variation annuelle « même échantillon » est calculée sur les immeubles présents dans l'enquête deux années de suite et mesure mieux l'évolution du marché que la différence des moyennes, qui subit les changements de composition. Les données sont publiées sous les conditions d'utilisation de la SCHL : la citation de chiffres avec la mention « Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs » est admise, la redistribution des tableaux ne l'est pas (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Consultées le 31 octobre 2026.

Erreurs fréquentes

- Confondre le délai de vente médian des propriétés vendues avec la durée de séjour dans l'inventaire : le premier est censuré et ne porte que sur les ventes conclues ; le second est mesuré par les mois d'inventaire et lui est plusieurs fois supérieur.
- Citer un ratio du prix vendu au prix demandé sans préciser si le prix demandé est le prix initial ou le dernier prix affiché, ou en inventer un faute de source : au Québec, aucune source publique ne le diffuse.
- Appliquer les seuils de quatre et six mois d'inventaire comme s'il s'agissait de normes, et sans tenir compte de la tendance de l'offre ni du segment.
- Segmenter le marché par classification statistique sur des attributs et appeler « sous-marchés » des groupes qui ne sont que des types de maisons ; seul un test sur la relation prix-attributs, confirmé hors échantillon, établit un sous-marché.
- Lire un rejet du test de Chow classique comme une preuve de structures différentes alors qu'il peut ne refléter que des niveaux de prix différents ; tester les pentes séparément des constantes.
- Multiplier les partitions testées puis retenir celle qui rejette : à six partitions et trois statistiques, un rejet au seuil de 5 % est attendu même si rien ne diffère.
- Estimer une équation par sous-marché de quarante ventes avec douze coefficients, puis utiliser ses prix implicites comme ajustements : la variance l'emporte sur le biais évité.
- Utiliser le taux d'inoccupation de la SCHL comme provision pour inoccupation et mauvaises créances, ou utiliser le loyer moyen d'une zone comme loyer de marché d'un immeuble sans ajuster l'état, l'année de construction et la taille d'immeuble.
- Retenir une rotation des locataires très supérieure à celle que mesure la SCHL sans justification propre à l'immeuble.

Limites et mises en garde

Les indicateurs de la section 15.2 proviennent de l'APCIQ, qui ne couvre que les ventes conclues par courtier, soit une partie du marché, et dont les communiqués ne donnent ni les inscriptions ni les délais au niveau du secteur ; l'étude de marché d'un sous-marché précis exige l'accès aux données de courtage ou au Registre foncier, et les résultats du tableau 15.3 décrivent des agrégats métropolitains. Le ratio du prix vendu au prix demandé n'a pu être documenté par une source publique. Les seuils d'interprétation des mois d'inventaire sont des usages non normés. Les résultats de la section 15.3 et de la section 15.4 portent sur un jeu synthétique dont la loi de génération impose des pentes communes ; ils illustrent la méthode et ses pièges, non l'état du marché de Gatineau, où des différences réelles de structure entre secteurs peuvent exister et où les effectifs par secteur seraient différents. Le test de Chow suppose la normalité et l'homoscédasticité des erreurs ; la statistique de Wald robuste ne vaut qu'asymptotiquement, et les deux ignorent la dépendance spatiale des résidus traitée au chapitre 19, qui peut gonfler les statistiques de test. La validation croisée aléatoire est optimiste pour des données spatiales, parce que des ventes voisines se retrouvent dans les plis d'apprentissage et de test ; une validation par blocs spatiaux serait plus sévère. Enfin, les données de

la SCHL pour la zone 9 sont de qualité statistique c ou d et plusieurs cellules sont supprimées ; l'inoccupation et la rotation de la zone ne sont pas connues pour 2025 et ont été remplacées par celles de l'île et de la RMR, ce qui est une approximation déclarée.

À retenir

- Le marché d'un bien est l'ensemble de ses substituts pour son acheteur type ; un sous-marché n'existe que si la relation entre le prix et les caractéristiques y diffère, et non seulement le niveau des prix.
- L'étude de marché procède en six étapes sourcées : demande structurelle, prix et volumes, conjoncture de la revente, tendance des prix, marché locatif, lecture ; chaque chiffre porte son organisme, son découpage, sa période et ses conditions d'utilisation.
- Les mois d'inventaire sont un indicateur de stock, le délai de vente un indicateur de flux censuré ; leur rapport mesure la part de l'offre hors du prix. Au troisième trimestre de 2026, Montréal et Gatineau dépassaient six mois d'inventaire et Québec restait à trois.
- Les k-moyennes et la méthode de Ward regroupent ce qui se ressemble selon les variables fournies ; la silhouette guide le choix du nombre de groupes ; sur le cas 1, la structure révélée est géographique et coïncide avec les secteurs lorsque l'on classe par coordonnées.
- Le test de Chow compare les sommes des carrés des résidus d'un modèle contraint et d'un modèle libre ; il faut tester les pentes séparément des constantes et doubler la statistique F d'une statistique de Wald robuste. Sur le cas 1, les pentes sont communes aux cinq secteurs et seuls les niveaux diffèrent : une équation unique avec effets de secteur est acceptable, et elle prédit mieux hors échantillon que toute segmentation.
- Pour un immeuble de logements, l'étude de marché tire de l'Enquête sur les logements locatifs l'univers, les loyers par taille, l'inoccupation, la rotation, l'écart entre loyers des logements vacants et occupés et l'offre neuve, et elle borne les hypothèses de provision d'inoccupation et de rattrapage des loyers.

Exercices

Exercice 15.1 — Mois d'inventaire et taux d'absorption ★

Au troisième trimestre de 2026, la RMR de Sherbrooke comptait 569 ventes résidentielles et 825 inscriptions en vigueur (APCIQ par le système Centris). Calculez le nombre de mois d'inventaire et le taux d'absorption mensuel. Si, au trimestre suivant, les inscriptions augmentaient de 20 % et les ventes diminuaient de 10 %, que deviendraient ces deux indicateurs, et dans quelle bande d'usage le marché se situerait-il ?

Exercice 15.2 — Délimiter le marché d'un triplex ★

Le sujet du cas 2 est un triplex de 1948 dans Limoilou, à Québec, dont deux logements sont loués et le troisième occupé par le propriétaire. Pour chacun des critères du tableau 15.1, indiquez la frontière que vous retiendriez pour délimiter son marché et nommez l'acheteur type. Quelles sources publiques utiliseriez-vous pour les étapes 2, 3 et 5 du tableau 15.2, et quels découpages géographiques ces sources imposent-elles ?

Exercice 15.3 — Stock, flux et inscriptions hors du prix ★★

Dans la RMR de Montréal au troisième trimestre de 2026, 9 265 ventes ont été conclues et 20 350 inscriptions étaient en vigueur ; le délai de vente médian de l'unifamiliale était de 40 jours. Calculez les ventes mensuelles, le délai médian en mois et le stock d'inscriptions que l'on observerait si toutes les propriétés se vendaient en ce délai médian (équation (15.4)). Quelle part du stock observé excède ce stock « au rythme des ventes » ? Discutez les deux explications de cet excédent et ce qu'il implique pour l'ajustement de conditions du marché.

Exercice 15.4 — Calcul d'une silhouette ★★

Six ventes sont décrites par deux variables centrées-réduites : le groupe A contient les points $(0, 0)$, $(0, 1)$ et $(1, 0)$, le groupe B les points $(4, 0)$, $(4, 1)$ et $(5, 0)$. Calculez la silhouette du point $(1, 0)$ par l'équation (15.9). Que vaudrait-elle si ce point était affecté à tort au groupe B ? Expliquez pourquoi la silhouette moyenne favorise les partitions en peu de groupes bien séparés.

Exercice 15.5 — Test de Chow à partir des sommes des carrés ★★

Sur les 600 ventes du cas 1, avec douze régresseurs par équation et cinq secteurs, la somme des carrés des résidus vaut 6,4024 pour l'équation unique sans effet de secteur, 4,0245 pour l'équation à constantes de secteur et pentes communes, et 3,7360 pour les cinq équations libres. Calculez la statistique de Chow dans sa version pentes et dans sa version classique, avec leurs degrés de liberté, et comparez-les aux quantiles à 95 % de la loi de Fisher, $F_{0,95}(44, 540) = 1{,}40$ et $F_{0,95}(48, 540) = 1{,}38$. Formulez la conclusion en distinguant niveau et structure. Que signifierait un résultat inverse, rejet des pentes et non des niveaux ?

Exercice 15.6 — Rattrapage des loyers et rotation ★★★

L'immeuble du cas 3 a un écart annuel de 20 496 $ entre ses loyers de marché et ses loyers en place. En supposant cet écart constant, calculez la part de l'écart récupérée

après cinq et dix ans par l'équation (15.13) pour une rotation de 15 %, de 9,4 % et de 8,5 %, et le montant récupéré la première année dans chaque cas. Pour les quatre logements de trois pièces et demie, dont le loyer contractuel moyen est de 875,25 $ et le loyer de marché de 1 039 $, calculez l'écart en pourcentage du loyer de marché et comparez-le à l'écart de 22,9 % entre loyers des une chambre inoccupées et occupées de la zone SCHL 9. Que suggère cette comparaison sur le loyer de marché retenu dans le dossier ?

Exercice 15.7 — Variables de classification et sous-marchés ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch15_segmentation.py`, remplacez les variables de classification par les contributions au prix prédit, c'est-à-dire chaque attribut multiplié par son coefficient dans le modèle de référence `traite.cas1.hedonique`, et refaites la classification pour k de 2 à 8. Comparez la silhouette et l'indice de Rand ajusté avec les secteurs à ceux du tableau 15.10, puis appliquez le test de Chow à la partition obtenue. Rédigez une note de 200 mots sur ce que cette pondération change et sur ce qu'elle ne peut pas changer.

Pour aller plus loin

Sur la définition et la mesure des sous-marchés, les deux articles fondateurs de Goodman et Thibodeau (1998) et de Bourassa et al. (1999) dans le *Journal of Housing Economics* restent la meilleure introduction ; Goodman et Thibodeau (2003) et Bourassa et al. (2003) en tirent les conséquences pour la précision des prédictions, et Bourassa et al. (2010) comparent les sous-marchés aux modèles spatiaux que présente le chapitre 19. Les travaux de l'équipe de l'Université Laval, Kestens et al. (2006) sur l'hétérogénéité liée aux profils d'acheteurs et Des Rosiers et al. (2011) sur les effets de voisinage, fournissent le contrepoint québécois ; Des Rosiers et al. (2000) et Dubé et Legros (2014) montrent comment l'accessibilité et la dépendance spatio-temporelle structurent le marché de Québec. Sur la segmentation en évaluation de masse, Gloudemans et Almy (2011) et la norme de l'IAAO sur l'évaluation de masse (International Association of Assessing Officers 2025) décrivent la stratification des rôles par type et par voisinage. Les fondements économiques de l'étude de marché, schéma à quatre quadrants et dynamique de l'inventaire, se lisent chez DiPasquale et Wheaton (1996) et Wheaton (1999) ; Sivitanidou et Sivitanides (1999) montrent comment les conditions locales de marché se répercutent sur les taux de capitalisation, lien repris au chapitre 29. Pour l'inférence, le chapitre de Wooldridge (2010) sur les tests de restrictions linéaires et l'hétéroscédasticité couvre le test de Chow et sa version robuste ; les textes originaux de Chow (1960), de Ward (1963) et de Rousseeuw (1987) restent les références de méthode ; l'algorithme des k-moyennes remonte à MacQueen (1967), dont la communication au cinquième symposium de Berkeley n'a pu être vérifiée pour cet ouvrage et n'est donc pas citée en bibliographie. Le traitement de l'étude de marché par l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026) offre enfin le cadre de la pratique nord-américaine, que Achour (1992) a adapté au vocabulaire québécois.

PARTIE IV

La méthode de comparaison

CHAPITRE 16

16

Substitution et choix des comparables

La méthode de comparaison est la plus ancienne et la plus intuitive des méthodes d'évaluation : pour savoir ce que vaut une maison, on regarde ce que des maisons semblables se sont vendues. Cette simplicité apparente cache deux difficultés redoutables. La première est de décider ce que « semblable » veut dire, c'est-à-dire de choisir, parmi des centaines de transactions, la poignée de ventes qui informent réellement sur le sujet. La seconde est de corriger les différences résiduelles entre ces ventes et le sujet, ce qui fait l'objet du chapitre 17. Le présent chapitre traite de la première difficulté. Il établit d'abord le fondement économique de la méthode, le principe de substitution, puis il le formalise : la valeur recherchée est une espérance conditionnelle et les comparables en sont un échantillon. Il en déduit des règles de sélection qui ne reposent plus seulement sur l'habitude, mais sur un arbitrage explicite entre le biais et la variance de l'estimation. L'exemple intégral conduit la sélection des comparables pour la maison du dossier de Gatineau (cas 1), et l'analyse de sensibilité montre que le choix des comparables pèse sur la conclusion autant que les ajustements qui viendront ensuite.

Objectifs pédagogiques

- Énoncer le principe de substitution et le relier à la définition de la valeur marchande en vigueur au Québec.
- Formaliser la méthode de comparaison comme l'estimation d'une espérance conditionnelle à partir d'un échantillon de ventes.
- Choisir une unité de comparaison appropriée et en connaître les limites.
- Appliquer les cinq critères de comparabilité et vérifier qu'une vente est représentative du marché.
- Construire une procédure de sélection reproductible : filtres qualitatifs, distance d'attributs, voisins les plus proches, taille de l'échantillon.
- Mesurer la sensibilité d'une indication de valeur au nombre, au rayon et à la fenêtre temporelle des comparables.

16.1 Le principe de substitution et la logique de la méthode

16.1.1 Un principe économique, pas une règle de calcul

Le **principe de substitution** affirme qu'un acheteur rationnel et informé ne paiera pas, pour un bien, davantage que le coût d'acquisition d'un bien de substitution offrant la même utilité et disponible dans un délai raisonnable. Appliqué aux immeubles résidentiels, le principe signifie que le prix d'une propriété est borné par les prix auxquels des propriétés concurrentes s'échangent au même moment sur le même marché. C'est ce principe qui fonde les trois méthodes classiques : la méthode de comparaison substitue des propriétés déjà vendues, la méthode du coût substitue la construction d'un bien équivalent (chapitre 21), et la méthode du revenu substitue un placement de rendement équivalent (chapitre 29). Dans le cas de la comparaison, la substitution est directe, ce qui explique à la fois sa force probante aux yeux des tribunaux et des prêteurs et sa fragilité lorsque le marché est mince.

Le principe suppose trois conditions dont aucune n'est parfaitement remplie en pratique. Il faut que des biens substituables existent et se soient échangés récemment ; il faut que les acheteurs soient informés de ces échanges ; il faut enfin que les différences entre le sujet et ses substituts puissent être mesurées et traduites en dollars. Le marché résidentiel québécois satisfait raisonnablement la première condition dans les grandes agglomérations, où les ventes se comptent par milliers chaque trimestre[1], mais beaucoup moins bien dans les petites municipalités ou pour les biens atypiques. La deuxième condition est mieux remplie depuis que les prix de vente sont publics au registre foncier et diffusés par les plateformes de courtage ; la troisième est l'objet même du chapitre 17.

Définition 16.1 : Comparable

Une vente **comparable** est la transaction, conclue sur le même marché que le sujet et à une date proche de la date d'évaluation, d'un immeuble qui aurait pu constituer, pour l'acheteur type du sujet, un substitut acceptable. Un comparable n'est pas un bien identique : c'est un bien dont les différences avec le sujet sont suffisamment peu nombreuses et suffisamment bien comprises pour être quantifiées.

Au Québec

La définition de la valeur marchande retenue par les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec repose explicitement sur la substitution : il s'agit du « prix sincère le plus probable » d'une vente « sur un marché libre et ouvert à la concurrence », entre des parties bien informées de l'état de l'immeuble et des conditions du marché, après une mise en vente d'une durée suffisante, pour un paiement en argent comptant ou l'équivalent, et une fois le prix épuré des incitatifs et des conditions de financement avantageuses (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, Intro-11). Chaque élément de cette définition devient, à la section 16.3, un critère de sélection ou de vérification des ventes. La définition de la valeur réelle aux fins du rôle d'évaluation foncière (art. 43 à 45 de la Loi sur la fiscalité municipale) est construite sur la même

1. Au troisième trimestre de 2026, l'APCIQ recensait 9 265 ventes résidentielles dans la RMR de Montréal, 2 161 dans celle de Québec et 1 044 dans celle de Gatineau (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e ; Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c).

idée du prix le plus probable d'une vente de gré à gré entre parties informées (Québec 1979b, art. 43–45) ; le chapitre 9 en détaille les conséquences.

16.1.2 La valeur comme espérance conditionnelle

Pour raisonner rigoureusement sur la sélection des comparables, il faut d'abord dire ce que la méthode cherche à estimer. Soit P le prix auquel un immeuble se vend et $\mathbf{x}$ le vecteur de ses caractéristiques observables (superficie, âge, qualité, localisation, date de la vente, droits transmis, etc.). Deux immeubles de caractéristiques identiques ne se vendent pas au même prix : la négociation, l'urgence des parties, l'information imparfaite et la rareté des substituts au moment précis de la vente engendrent une dispersion que l'on représente par un terme aléatoire. La valeur marchande du sujet de caractéristiques $\mathbf{x}_s$ à la date t est alors définie comme le prix espéré conditionnellement à ces caractéristiques, ce qui reprend la définition 1.1 du chapitre 1 :

$$V_s = \mathrm{E}\left[P \mid \mathbf{x} = \mathbf{x}_s,\ t\right]. \tag{16.1}$$

Cette écriture dit exactement ce que « prix le plus probable » veut dire dans les définitions professionnelles et légales : non pas le prix que le sujet obtiendra à coup sûr, mais le centre de la distribution des prix auxquels il pourrait s'échanger. Elle a une conséquence immédiate pour le choix des comparables. Si l'on disposait d'un très grand nombre de ventes d'immeubles identiques au sujet, conclues à la date t, la moyenne de leurs prix estimerait V_s sans biais et avec une variance décroissant comme l'inverse de leur nombre. Comme ces ventes n'existent pas, on se rabat sur des immeubles *voisins* du sujet dans l'espace des caractéristiques, et il faut alors corriger le prix de chacun de la différence entre ses caractéristiques et celles du sujet.

Supposons, en première approximation, que le prix dépende linéairement des caractéristiques autour du sujet, avec des prix implicites β_k pour chaque caractéristique k :

$$P_j = V_s + \sum_{k=1}^{K} \beta_k \left(x_{jk} - x_{sk}\right) + \varepsilon_j, \qquad \mathrm{E}[\varepsilon_j] = 0,\ \mathrm{Var}[\varepsilon_j] = \sigma_j^2. \tag{16.2}$$

Le prix du comparable j est le prix du sujet, plus la contribution de ses différences, plus un bruit propre à la transaction. En soustrayant la contribution des différences, on obtient le **prix ajusté**, qui est une mesure bruitée de la valeur du sujet :

$$P_j^{\mathrm{aj}} = P_j - \sum_{k=1}^{K} \beta_k \left(x_{jk} - x_{sk}\right) = P_j + \sum_{k=1}^{K} A_{jk} = V_s + \varepsilon_j, \tag{16.3}$$

où $A_{jk} = \beta_k(x_{sk} - x_{jk})$ est l'ajustement monétaire pour la caractéristique k, compté du point de vue du sujet : positif si le sujet est supérieur au comparable. La valeur indiquée par la méthode de comparaison est une moyenne pondérée des prix ajustés :

$$\hat{V}_s = \sum_{j=1}^{n} w_j\, P_j^{\mathrm{aj}}, \qquad \sum_{j=1}^{n} w_j = 1,\ w_j \geq 0. \tag{16.4}$$

Proposition 16.1 : Propriétés de l'indication de valeur

Sous le modèle local (16.2), si les ajustements sont exacts et les bruits de transaction indépendants, l'estimateur (16.4) est sans biais, $\mathrm{E}[\hat{V}_s] = V_s$, et sa variance vaut

$$\mathrm{Var}[\hat{V}_s] = \sum_{j=1}^{n} w_j^2 \, \sigma_j^2 . \tag{16.5}$$

Les pondérations qui minimisent cette variance sous la contrainte $\sum_j w_j = 1$ sont inversement proportionnelles à la variance de chaque comparable :

$$w_j^{*} = \frac{1/\sigma_j^2}{\sum_{i=1}^{n} 1/\sigma_i^2}, \qquad \mathrm{Var}[\hat{V}_s^{*}] = \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\sigma_i^2} \right)^{-1} . \tag{16.6}$$

Démonstration. L'absence de biais découle de $\mathrm{E}[P_j^{\mathrm{aj}}] = V_s$ et de $\sum_j w_j = 1$. La variance résulte de l'indépendance des ε_j. Pour les pondérations optimales, on minimise le lagrangien $\sum_j w_j^2 \sigma_j^2 - \lambda(\sum_j w_j - 1)$; la condition du premier ordre donne $w_j = \lambda / (2\sigma_j^2)$, et la contrainte fixe λ. La substitution dans (16.5) donne la variance minimale. □

Ce résultat, dû dans sa forme générale à Vandell (1991) et prolongé par Gau et al. (1992), est le fondement théorique de deux pratiques courantes. La première consiste à accorder plus de poids aux comparables qui exigent le moins d'ajustements : dans le modèle, un comparable éloigné du sujet n'est pas plus bruité en soi, mais l'incertitude sur les prix implicites β_k s'ajoute au bruit de transaction, de sorte que la variance effective σ_j^2 croît avec l'ampleur des ajustements. La seconde consiste à ne retenir qu'un petit nombre de comparables : ajouter un comparable de grande variance réduit peu la variance totale, tandis qu'il augmente le risque d'un biais si ses ajustements sont mal estimés. Green (1994) a souligné que les pondérations optimales exigent de connaître les σ_j^2, ce qui n'est jamais le cas ; en pratique, l'évaluateur les approxime par l'ampleur relative des ajustements, et le chapitre 20 revient sur cette approximation.

16.1.3 Biais et variance : pourquoi le nombre de comparables est un arbitrage

L'équation (16.5) suggère d'augmenter indéfiniment le nombre de comparables. Ce serait oublier que l'équation (16.2) n'est qu'une approximation locale : plus un comparable est éloigné du sujet dans l'espace des caractéristiques, plus l'hypothèse de linéarité des prix implicites est douteuse et plus l'ajustement risque d'être biaisé. Si l'on ordonne les candidats par distance croissante au sujet et que l'on retient les k premiers, le biais de l'estimateur croît avec k tandis que sa variance décroît. Dans le cas simple où le biais croît linéairement, $b(k) = b_1 k$, et où la variance décroît comme σ^2/k, l'erreur quadratique moyenne $\mathrm{EQM}(k) = b_1^2 k^2 + \sigma^2/k$ est minimale pour

$$k^{*} = \left(\frac{\sigma^2}{2\, b_1^2} \right)^{1/3} , \tag{16.7}$$

une quantité qui croît avec la dispersion des prix et décroît avec la vitesse à laquelle les comparables lointains deviennent trompeurs. Kummerow et Galfalvy (2002) ont étudié

cet arbitrage empiriquement et montré que la pratique professionnelle de trois à six comparables correspond à un marché où les prix implicites sont connus de façon imprécise ; lorsque les ajustements proviennent d'un modèle hédonique estimé sur des centaines de ventes (chapitre 18), le k optimal augmente, et la frontière entre « comparaison » et « régression » s'estompe. Isakson (1986) avait déjà proposé de formaliser la sélection comme une recherche des plus proches voisins ; Lai et al. (2008) ont montré qu'une combinaison linéaire de comparables reproduisant exactement les caractéristiques du sujet élimine le besoin d'ajustements explicites, au prix d'une variance plus élevée. Les exercices 16.5 et 16.7 explorent ces résultats.

16.2 Les unités de comparaison

Comparer des immeubles de tailles différentes exige de ramener les prix à une **unité de comparaison** commune. Le choix de cette unité est la première décision méthodologique de la grille, et il conditionne les ajustements qui suivent : un ajustement de superficie est inutile si l'on compare des prix au mètre carré, mais il devient indispensable si l'on compare des prix totaux. Le tableau 16.1 recense les unités usuelles pour le résidentiel et le multirésidentiel québécois.

Tableau 16.1. Unités de comparaison usuelles et conditions d'emploi

Unité	Emploi typique	Limite principale
Prix total	Unifamiliales homogènes d'un même secteur ; copropriétés d'un même immeuble	Exige un ajustement explicite de la taille
Prix par mètre carré habitable ($\$/\mathrm{m}^2$)	Unifamiliales et copropriétés de tailles variées ; rôle d'évaluation	Suppose une relation proportionnelle entre prix et superficie, alors que l'élasticité observée est inférieure à un
Prix par mètre carré de terrain	Terrains vacants ; terrains intercalaires (chapitre 25)	Ignore la forme, la façade et la constructibilité
Prix par logement	Immeubles de 2 à 5 logements, et au-delà	Ignore la taille et la qualité des logements
Multiplicateur du revenu brut (MRB)	Immeubles locatifs ; premier filtre de comparabilité	Ignore les dépenses et la vacance (chapitre 29)
Prix par chambre, par pièce	Petits immeubles locatifs ; résidences	Grossier ; dépend des conventions de dénombrement

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026) et la pratique québécoise.

Le prix par mètre carré habitable est l'unité la plus répandue pour les maisons, et il mérite qu'on en explicite l'hypothèse implicite. Écrire $P_j = p\,S_j$, où p est un prix unitaire commun, revient à supposer que le prix est proportionnel à la superficie S. Or les études hédoniques trouvent presque toujours une élasticité du prix par rapport à la superficie inférieure à l'unité : une maison deux fois plus grande ne vaut pas deux fois plus, parce qu'une part du prix rémunère le terrain, les raccordements et les équipements, dont le coût ne croît pas avec la surface. Dans le jeu de ventes synthétique du cas 1, construit avec une élasticité de 0,55, le prix unitaire des petites maisons est systématiquement supérieur à celui des grandes. Il en

résulte une règle simple : l'unité de comparaison ne dispense pas de choisir des comparables de taille voisine du sujet. Le prix unitaire corrige les différences de taille au premier ordre seulement, et plus l'écart de superficie est grand, plus le résidu non corrigé est important. C'est pourquoi la procédure de la section 16.4 impose une fourchette de superficie *avant* de calculer les prix unitaires.

Pour les immeubles locatifs, le multiplicateur du revenu brut, $MRB = P/RBP$, joue un rôle analogue : il ramène des immeubles de tailles différentes à un ratio comparable. Son usage comme indicateur de valeur est discuté au chapitre 29 ; comme critère de sélection, il permet d'écarter d'emblée les ventes dont le ratio s'éloigne manifestement de la fourchette du marché, ce qui signale soit une erreur de données, soit une transaction non représentative.

16.3 Les critères de comparabilité et la vérification des ventes

16.3.1 Cinq dimensions de la comparabilité

La définition de la valeur marchande rappelée plus haut fournit la liste des conditions qu'une vente doit remplir pour informer sur la valeur du sujet. La pratique nord-américaine les regroupe en cinq dimensions, dans l'ordre où elles sont examinées, et cet ordre n'est pas indifférent : les trois premières portent sur la transaction et déterminent si la vente est utilisable, les deux dernières portent sur le bien et déterminent l'ampleur des ajustements.

1. **Droits transmis.** La pleine propriété libre de charges est la référence ; une vente de droits démembrés (usufruit, emphytéose), d'une fraction indivise, ou d'un immeuble grevé de baux à long terme en deçà du marché transmet un faisceau de droits différent (chapitres 2 et 7). Au Québec, l'évaluateur s'assure aussi que la vente n'est pas celle d'un immeuble en copropriété divise lorsque le sujet est détenu en pleine propriété, et réciproquement.
2. **Conditions de financement.** Un prix conclu avec une balance de vente à taux réduit, une reprise d'hypothèque avantageuse ou un financement du vendeur n'est pas un prix comptant ; la définition professionnelle exige un prix « en argent comptant ou l'équivalent », ce qui impose soit l'exclusion, soit un ajustement de financement (chapitre 17).
3. **Conditions de vente.** La vente doit être **sincère** (en anglais *arm's length*), c'est-à-dire conclue entre parties indépendantes, informées et non contraintes. Sont suspectes les ventes entre personnes liées, les ventes successorales ou pour cause de divorce lorsque la liquidation est pressée, les reprises de finance et ventes sous contrôle de justice, les ventes à un locataire en place, les ventes d'un promoteur avec incitatifs, et les ventes conclues avant la mise en marché. L'exclusion n'est pas automatique : une vente successorale menée par un courtier avec une exposition normale peut être parfaitement représentative. La vérification tranche.
4. **Conditions du marché.** Une vente informe sur le marché à la date où le prix a été convenu, qui est la date de l'acceptation de la promesse d'achat, non celle de la signature de l'acte chez le notaire, souvent postérieure de un à trois mois. Plus la vente est ancienne, plus l'ajustement de conditions du marché est grand et incertain. La fenêtre temporelle admissible dépend de la vitesse d'évolution des prix et de l'abondance des ventes récentes.
5. **Caractéristiques du bien.** Localisation (secteur, rue, voisinage immédiat, nuisances), caractéristiques physiques (superficie, âge et état, qualité de construction, garage, sous-sol, terrain), caractéristiques économiques pour les immeubles de revenu (loyers, dépenses, état locatif), usage et zonage, et éléments non immobiliers inclus dans le prix (électromé-

nagers, meubles).

Au Québec

En évaluation foncière municipale, le Règlement sur la proportion médiane et le facteur comparatif du rôle d'évaluation foncière (RLRQ, c. F-2.1, r. 10) codifie des règles de sélection analogues pour les études de ratios : seules les ventes d'un montant d'au moins 5 000 $ sont considérées, la taille de la liste de base dépend du nombre d'unités de la municipalité, et les ventes dont le ratio s'écarte de plus de deux écarts-types de la moyenne sont épurées (Québec 1993a). Ces règles, conçues pour des milliers de ventes, ne remplacent pas le jugement de l'évaluateur sur une sélection de cinq comparables, mais elles rappellent que l'épuration statistique des ventes non représentatives est une étape normale, documentée et reproductible de toute étude de marché (chapitres 9 et 14).

16.3.2 La vérification des ventes

Une vente ne devient un comparable qu'une fois vérifiée. Le tableau 16.2 résume les sources disponibles au Québec et ce que chacune permet d'établir. La vérification auprès d'une partie à la transaction ou du courtier reste la meilleure façon d'apprendre les conditions de vente qui ne figurent dans aucun registre ; elle est aussi la plus coûteuse en temps, et elle est réservée en pratique aux comparables retenus plutôt qu'à l'ensemble des candidats.

Deux points méritent attention. D'abord, la date pertinente est celle à laquelle le prix a été convenu ; lorsque seule la date de l'acte est connue, l'évaluateur la corrige d'un délai typique, qu'il documente, ou il reconstitue la date d'acceptation à partir de l'historique de courtage. Ensuite, les prix déclarés dans les actes incluent parfois des biens meubles ; la contrepartie pour les meubles doit être retranchée avant toute comparaison, et la valeur attribuée aux meubles dans l'acte, souvent fixée pour des raisons fiscales, ne reflète pas nécessairement leur valeur.

16.4 La procédure de sélection

16.4.1 Des filtres qualitatifs à la distance d'attributs

La sélection des comparables gagne à être conduite en deux temps, que la figure 16.1 schématise. Le premier temps applique des **filtres qualitatifs** éliminatoires : même marché et même segment (type de propriété, mode de détention), fenêtre temporelle, rayon géographique ou secteur, vente sincère et pleine propriété, et fourchette de taille. Chaque filtre réduit l'ensemble des candidats et chaque seuil est une décision à documenter, parce que l'analyse de sensibilité de la section 16.7 montrera qu'elle n'est pas neutre. Le second temps ordonne les candidats restants par ressemblance décroissante avec le sujet et retient les k premiers.

La ressemblance se mesure par une **distance d'attributs**. Pour un ensemble de caractéristiques $k = 1, \dots, K$, chacune normalisée par une échelle e_k qui exprime l'écart jugé « significatif » pour cette caractéristique, et pondérée par un poids ω_k qui traduit son impor-

Tableau 16.2. Sources de vérification d'une vente au Québec

Source	Ce qu'elle établit	Limites
Acte de vente publié au registre foncier	Parties, prix déclaré, date de signature, droits transmis, charges, déclarations des parties aux fins des droits de mutation	Ne révèle ni la date de la promesse d'achat ni les conditions ; consultation payante à l'unité
Index des immeubles	Chaîne de titres, hypothèques, servitudes, avis (contamination, préavis d'exercice)	Lecture technique ; renvois à des actes antérieurs
Fiche descriptive et historique de courtage	Date d'inscription, prix demandé et ses révisions, date d'acceptation, inclusions, description physique, photos	Données déclaratives ; accès réservé aux courtiers et à leurs partenaires
Rôle d'évaluation foncière (données ouvertes)	Superficies, année de construction, nombre de logements, valeur au rôle, usage	Date de référence ancienne ; mesures selon les conventions du MEFQ
Déclarations du vendeur (formulaire OACIQ)	État connu de l'immeuble, sinistres, travaux, vices	Document de la transaction, non public
Entretien avec une partie ou le courtier	Conditions de vente, motivation, négociation, inclusions non immobilières	Subjectif ; à documenter au dossier

Source : synthèse de l'auteur d'après Gouvernement du Québec (2026h) et Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec (2022a) et les notes de vérification du dépôt (sources/notes-A.md).

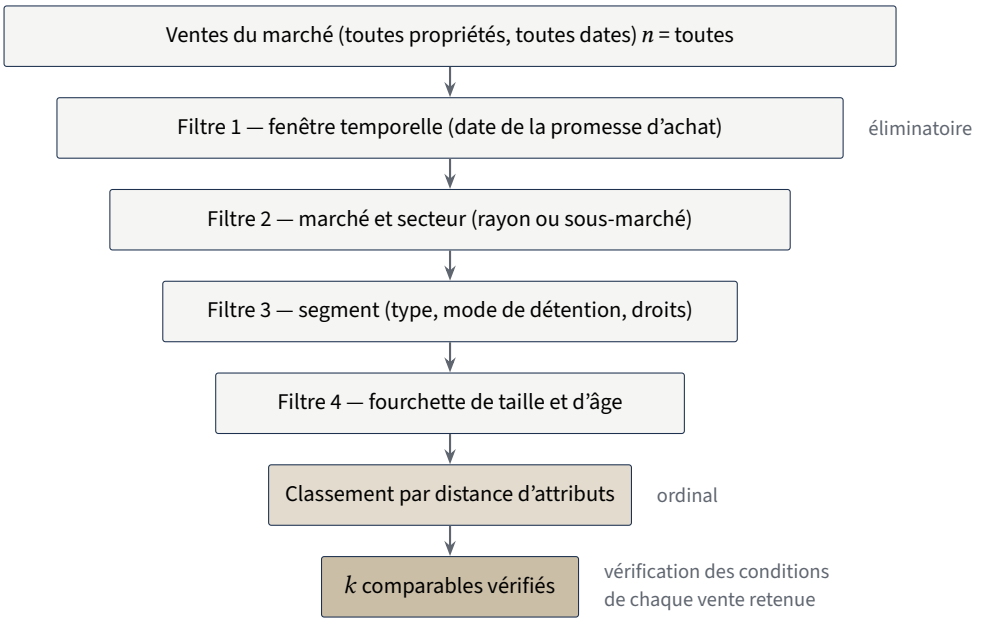


Figure 16.1. L'entonnoir de sélection des comparables : des filtres éliminatoires documentés, puis un classement par ressemblance. Chaque seuil fait l'objet d'une analyse de sensibilité.
Source : schéma de l'auteur.

tance pour le prix, la distance entre le candidat j et le sujet s est

$$d_j = \sqrt{\sum_{k=1}^{K} \omega_k \left(\frac{x_{jk} - x_{sk}}{e_k} \right)^2}. \tag{16.8}$$

Le choix des échelles et des poids n'est pas arbitraire : l'échelle e_k est l'écart de la caractéristique k qui produit un ajustement d'ampleur comparable d'une caractéristique à l'autre, et le poids ω_k est d'autant plus élevé que le prix implicite de la caractéristique est grand ou mal connu. Idéalement, on tire e_k et ω_k d'un modèle hédonique estimé sur le marché (chapitre 18) : la distance devient alors une distance de prix, c'est-à-dire l'ampleur totale des ajustements qu'il faudra appliquer. À défaut, l'évaluateur les fixe par jugement et vérifie que le classement est robuste à des variations raisonnables de ces paramètres (exercice 16.6). La date de vente et la distance géographique entrent dans la distance au même titre que les caractéristiques physiques, puisqu'elles exigeront elles aussi des ajustements.

16.4.2 Combien de comparables, sur quelle période, dans quel rayon ?

La pratique professionnelle nord-américaine retient entre trois et six comparables ; les prêteurs hypothécaires en exigent souvent au moins trois, et les formulaires normalisés en prévoient trois à cinq. La section 16.1 a montré que ce petit nombre est rationnel lorsque les prix implicites sont connus de façon imprécise : au-delà de quelques ventes très proches, les candidats suivants apportent plus de biais potentiel que de réduction de variance. Lorsque l'évaluateur dispose d'un modèle hédonique fiable pour estimer les ajustements, il peut élargir l'échantillon, et la comparaison tend alors vers la régression.

La fenêtre temporelle et le rayon géographique obéissent au même arbitrage. Une fenêtre courte réduit l'ajustement de conditions du marché, mais diminue le nombre de candidats et oblige à accepter des biens plus différents ; une fenêtre longue fait l'inverse. Dans un marché qui évolue de quelques points de pourcentage par année, une fenêtre de douze à dix-huit mois est courante ; dans un marché qui a progressé de plus de dix pour cent en un an, on la raccourcit. Le rayon dépend de l'homogénéité du secteur : quelques centaines de mètres dans un quartier central dense où la valeur varie d'une rue à l'autre, plusieurs kilomètres dans un secteur de banlieue homogène ou en milieu rural. La règle est de préférer un comparable plus ancien du même micro-marché à un comparable récent d'un secteur différent lorsque l'ajustement de localisation est mal connu, et l'inverse lorsque l'indice de prix du secteur est bien mesuré.

16.4.3 Marchés minces et biens atypiques

La procédure décrite suppose un bassin de candidats suffisant pour que les filtres laissent une dizaine de ventes et que le classement ait un sens. Dans une municipalité de quelques milliers d'habitants, pour une propriété riveraine, une maison patrimoniale ou un immeuble mixte, les filtres habituels ne laissent parfois aucune vente. Trois stratégies s'offrent alors, et elles doivent être explicitées au rapport. La première consiste à relâcher les filtres dans l'ordre inverse de leur coût en ajustements : élargir d'abord la fenêtre temporelle si l'indice de prix régional est fiable, puis le rayon vers des municipalités de même profil socio-économique, puis la fourchette de taille et d'âge. La deuxième consiste à décomposer le bien : évaluer séparément le terrain par comparaison avec des terrains vacants, et le bâtiment par la méthode du coût (chapitres 21 et 25), ce qui revient à reconnaître que la comparaison directe n'est plus la méthode principale. La troisième consiste à recourir à un modèle hédonique estimé sur un territoire plus large (chapitre 18), qui fournit les prix implicites nécessaires pour ajuster des comparables éloignés ; l'évaluateur troque alors la proximité des comparables contre la précision des ajustements, exactement dans l'esprit de l'équation (16.7). Dans tous les cas, la rareté des substituts est une information sur le marché lui-même : un bien pour lequel il n'existe pas de substitut récent est un bien dont la liquidité est faible, et la fourchette de valeur conclue doit être plus large.

Les biens atypiques posent un problème distinct : ce n'est pas le nombre de ventes qui manque, mais la comparabilité. Une maison de 400 m² dans un quartier de maisons de 120 m² a des substituts dans d'autres quartiers cossus, pas dans son voisinage ; l'acheteur type n'est pas le même. La sélection doit alors viser le marché de l'acheteur probable plutôt que le voisinage géographique, et le rapport doit le dire.

16.4.4 La sélection pour les immeubles de revenu

Pour les immeubles de deux logements et plus, les critères de comparabilité s'enrichissent de dimensions économiques. Le nombre de logements et leur typologie (studios, 3½, 4½, 5½ selon l'usage québécois) remplacent la superficie habitable comme premier critère de taille ; l'état locatif compte autant que l'état physique, parce que des loyers contractuels nettement inférieurs au marché, protégés par l'encadrement des loyers (chapitre 34), réduisent la valeur pour un acheteur qui ne pourra les relever que lentement ; et la présence de revenus accessoires (stationnement, buanderie) ou de locaux commerciaux au rez-de-chaussée change la nature du bien. L'unité de comparaison est le prix par logement ou le multiplicateur du

revenu brut (section 16.2), et la distance d'attributs inclut le niveau des loyers par rapport au marché local, le ratio de dépenses lorsqu'il est connu et l'année de construction, qui conditionne la plupart des pathologies du bâti (chapitre 11). Le chapitre 32 traite des duplex à quintuplex, pour lesquels la comparaison reste la méthode dominante parce que l'acheteur est souvent un propriétaire occupant, et le chapitre 33 des immeubles de six logements et plus, pour lesquels la méthode du revenu prend le pas et où les ventes comparables servent surtout à extraire des taux de capitalisation (chapitre 29). Le dossier du cas 3 (chapitre 47) applique cette logique à un immeuble de douze logements : les quarante ventes du jeu synthétique y sont filtrées par taille (six à trente logements), par date et par arrondissement avant que les taux de capitalisation ne soient extraits.

16.4.5 Combien de ventes faut-il vérifier ?

La vérification complète de chaque candidat n'est ni possible ni nécessaire. La pratique raisonnable consiste à vérifier sommairement, à partir des registres et de l'historique de courtage, tous les candidats qui franchissent les filtres, afin d'écarter les ventes manifestement non sincères, puis à vérifier en profondeur, y compris par entretien avec une partie ou le courtier, les comparables retenus et les deux ou trois suivants dans le classement. Ces « remplaçants » servent si la vérification approfondie disqualifie un comparable retenu ; leur présence au dossier évite d'avoir à recommencer la sélection, et elle documente le fait que le choix final n'a pas été dicté par les prix. Lorsque la vérification révèle qu'un comparable retenu a été vendu à des conditions particulières, deux solutions existent : l'ajuster si l'effet des conditions est mesurable, ou le remplacer. La seconde est préférable dès que l'ajustement de transaction dépasserait quelques points de pourcentage, parce que l'incertitude d'un tel ajustement est généralement plus grande que celle des ajustements de propriété.

En pratique

Une procédure de sélection documentée comporte, au dossier : la liste complète des candidats après chaque filtre, avec le nombre de ventes éliminées à chaque étape ; les seuils retenus et la raison de chacun ; les échelles et les poids de la distance d'attributs ; le classement des candidats ; et la fiche de vérification de chaque comparable retenu. Cette documentation est ce qui distingue une sélection défendable devant un tribunal ou un réviseur d'une sélection « à l'œil ». Elle est aussi ce qui permet l'analyse de sensibilité de la section 16.7.

16.5 La grille d'analyse

Les comparables retenus sont présentés dans une **grille d'analyse** qui aligne, en colonnes, le sujet et chaque comparable, et en lignes, les éléments de comparaison dans l'ordre des cinq dimensions de la section 16.3. La grille est à la fois un outil de calcul et un outil de communication : elle rend visibles les différences qui devront être ajustées et l'ampleur relative des ajustements. Le tableau 16.3 en donne la structure ; les cellules d'ajustement seront remplies au chapitre 17.

Deux indicateurs de qualité accompagnent chaque comparable dans la grille. L'**ajustement brut** est la somme des valeurs absolues des ajustements, rapportée au prix de vente ; il mesure

Tableau 16.3. Structure de la grille d'analyse (les ajustements sont traités au chapitre 17)

Élément de comparaison	Sujet	Comparable 1	Comparable 2	…
Prix de vente	—	P_1	P_2	
Prix par m^2 habitable	—	P_1/S_1	P_2/S_2	
Ajustements de transaction (en pourcentage, séquentiels)				
Droits transmis	pleine propriété			
Financement	comptant			
Conditions de vente	sincère			
Dépenses après l'achat	aucune			
Conditions du marché (date)	date d'évaluation			
Ajustements de propriété (en dollars, additifs)				
Localisation				
Superficie habitable				
Terrain				
Âge et état				
Qualité				
Garage, sous-sol, piscine				
Éléments non immobiliers				
Prix ajusté	—	P_1^{aj}	P_2^{aj}	
Ajustement brut (%) et net (%)	—			

Source : structure conventionnelle, d'après Appraisal Institute (2026) et les conventions de calcul de l'ouvrage (annexe D).

l'éloignement total du comparable par rapport au sujet et sert de substitut à la variance σ_j^2 de la proposition 16.1. L'**ajustement net** est la somme algébrique des ajustements ; un ajustement net important signale que le comparable est systématiquement inférieur ou supérieur au sujet, ce qui expose l'estimation à un biais si les prix implicites sont mal estimés. Des seuils indicatifs de 25 % pour le brut et de 15 % pour le net sont souvent cités dans la pratique nord-américaine comme signaux d'alerte, non comme règles ; un comparable qui les dépasse n'est pas nécessairement rejeté, mais il reçoit un poids moindre et son maintien doit être justifié.

16.6 Exemple intégral : la maison du cas 1 à Gatineau

Données synthétiques

Le dossier du cas 1 est synthétique. Le fichier `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` contient 600 ventes d'unifamiliales fictives réparties dans les cinq secteurs de Gatineau entre janvier 2023 et août 2026 ; le sujet est décrit dans `cas1_gatineau_sujet.json`. Les ventes ont été générées par le script `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon des lois déclarées dans `data/synthetic/README.md`, et calibrées sur les prix médians par secteur publiés par l'APCIQ pour le troisième trimestre de 2026 et sur la variation de la médiane unifamiliale au rôle 2027-2029 de la Ville de Gatineau (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c ; Ville de Gatineau 2026d). Les coordonnées sont fictives et aucune adresse n'existe. Tous les chiffres de cette section sont reproduits par `analysis/python/cases/ch16_selection.py`.

16.6.1 Le sujet et le marché

Le sujet est un cottage à étages construit en 1998 dans le secteur de Hull, d'une superficie habitable de 165 m² sur un terrain de 620 m², de qualité moyenne (3 sur une échelle de 1 à 5), avec un garage simple et un sous-sol fini, quatre chambres et deux salles de bain. La date d'évaluation est le 1er septembre 2026. La valeur inscrite au rôle fictif du dossier est de 468 000 $, pour une date de référence au marché du 1er juillet 2024.

Au Québec

Le marché réel de référence est celui de la RMR de Gatineau au troisième trimestre de 2026 : prix médian des unifamiliales de 480 000 $ (en baisse de 3 % sur un an), 1 044 ventes résidentielles, 2 256 inscriptions en vigueur et un délai de vente médian de 34 jours pour les unifamiliales ; par secteur, les médianes publiées étaient de 475 000 $ à Hull, 530 000 $ à Aylmer, 464 900 $ dans le secteur Gatineau et 395 000 $ pour Buckingham et Masson-Angers réunis (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c). Le rôle triennal 2027-2029 de la Ville de Gatineau, déposé le 27 octobre 2026 avec une date de référence au marché du 1er juillet 2025, fait passer la valeur médiane des unifamiliales de 454 600 $ à 495 800 $, soit une hausse de 9,06 % en trois ans (Ville de Gatineau 2026d). Ces chiffres ont servi à calibrer le jeu

synthétique ; ils ne décrivent pas les ventes fictives qui suivent.

16.6.2 L'entonnoir de sélection

Le tableau 16.4 applique les filtres de la section 16.4 aux 600 ventes. La fenêtre temporelle de dix-huit mois avant la date d'évaluation conserve 236 ventes ; le rayon de trois kilomètres autour du sujet en conserve 40 ; l'exigence d'un bâtiment à étages comme le sujet en conserve 27 ; la fourchette de superficie habitable de plus ou moins 25 % autour de 165 m², soit de 124 à 206 m², en conserve 16. Ces seize candidats sont ensuite classés par la distance d'attributs (16.8) avec les échelles et les poids du tableau 16.5, et les cinq premiers sont retenus.

Tableau 16.4. Entonnoir de sélection des comparables, cas 1 (données synthétiques)

Étape	Ventes conservées	Ventes éliminées
Ventes disponibles (janv. 2023 – août 2026)	600	—
Fenêtre de 18 mois avant le 1er septembre 2026	236	364
Rayon de 3 km autour du sujet	40	196
Bâtiment à étages (comme le sujet)	27	13
Superficie habitable de 124 à 206 m²	16	11
Classement par distance d'attributs, $k = 5$	5	11

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch16_selection.py

Tableau 16.5. Échelles et poids de la distance d'attributs retenus pour le cas 1

Caractéristique k	Échelle e_k	Poids ω_k	Justification
Superficie habitable (m²)	25	2,0	premier déterminant du prix ; ajustement le plus coûteux
Superficie du terrain (m²)	150	0,7	prix implicite faible en secteur bâti
Âge (années)	10	1,0	dépréciation et état
Qualité (échelle 1–5)	1	1,0	un échelon vaut un ajustement notable
Garage (places)	1	0,5	ajustement bien connu, modeste
Sous-sol fini (0/1)	1	0,3	ajustement modeste
Distance au sujet (km)	1,5	1,5	localisation : ajustement mal connu
Ancienneté de la vente (mois)	6	1,0	conditions du marché

Source : choix de l'auteur, discutés à la section 16.4 ; sensibilité à l'exercice 16.6.

16.6.3 Les comparables retenus

Le tableau 16.6 présente les cinq comparables retenus, tous situés dans le secteur de Hull, vendus entre mai 2025 et juin 2026, à moins de 2,4 kilomètres du sujet. La figure 16.2 les situe dans le nuage des 600 ventes, et la figure 16.3 les localise.

La lecture du tableau 16.6 illustre ce que la distance d'attributs fait et ne fait pas. Le comparable le mieux classé, G0574, est le plus proche du sujet par la date, la localisation et l'âge, mais il est plus petit de 16 m², de qualité supérieure, sans garage et sans sous-sol

Tableau 16.6. Les cinq comparables retenus pour le sujet du cas 1 (données synthétiques)

	Sujet	G0574	G0404	G0468	G0477	G0575
Date de vente	—	2026-06-22	2025-05-27	2025-09-27	2025-11-02	2026-06-23
Ancienneté (mois)	0	2,3	15,2	11,1	10,0	2,3
Distance au sujet (km)	0	0,79	0,76	1,78	2,38	2,33
Superficie habitable (m^2)	165	149	160	187	146	156
Terrain (m^2)	620	592	538	586	452	333
Année de construction	1998	1996	2003	1999	2002	2013
Qualité (1–5)	3	4	3	4	4	2
Garage (places)	1	0	1	1	1	0
Sous-sol fini	oui	non	oui	oui	oui	oui
Distance d'attributs d_j	—	1,80	2,71	2,86	3,12	3,22
Prix de vente ($)	—	598 000	506 500	624 500	538 000	513 500
Prix par m^2 habitable ($/$m^2$)	—	4 013	3 166	3 340	3 685	3 292

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch16_selection.py

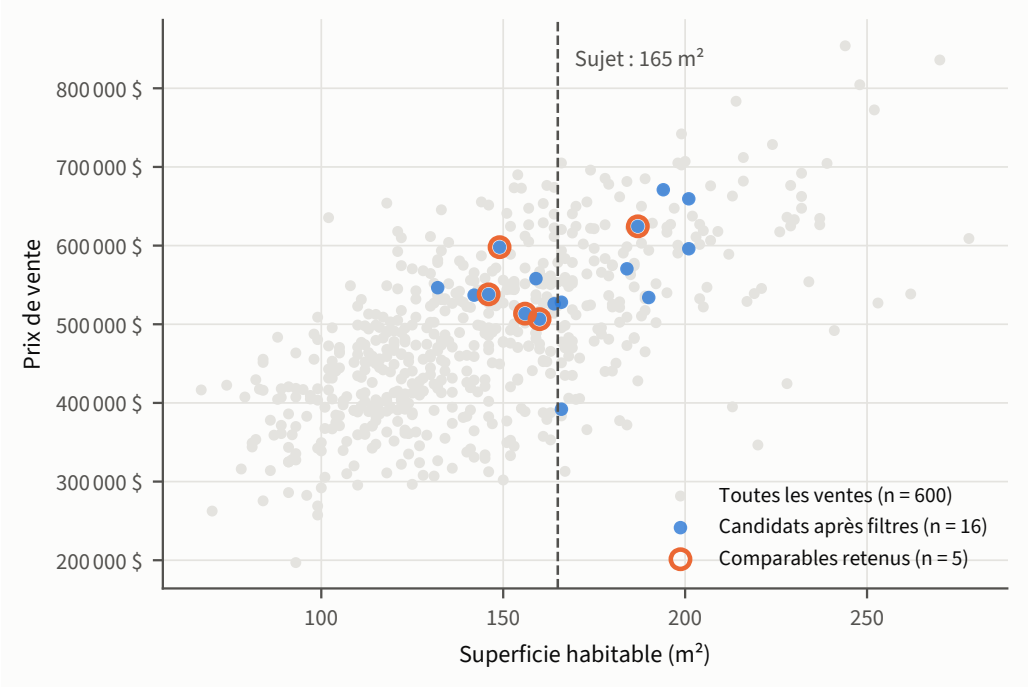


Figure 16.2. Prix de vente et superficie habitable des 600 ventes du cas 1 ; les 16 candidats conservés après les filtres et les 5 comparables retenus sont mis en évidence, la ligne pointillée marque la superficie du sujet. La dispersion verticale à superficie donnée illustre le terme aléatoire de l'équation (16.2).

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch16_selection.py, graine 20261031

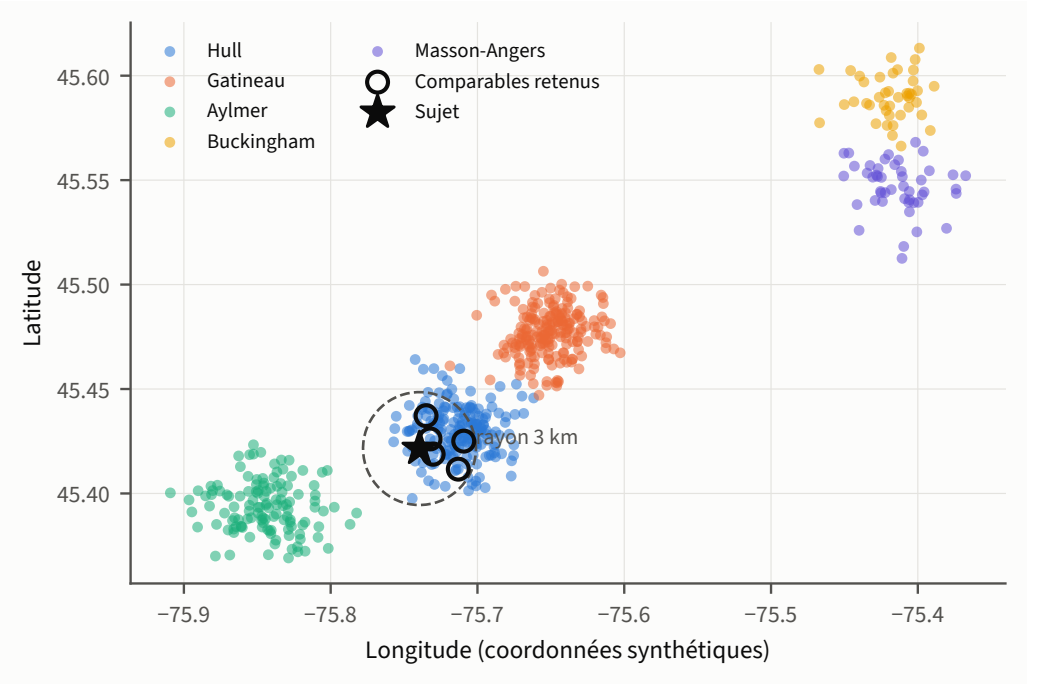


Figure 16.3. Localisation fictive des 600 ventes par secteur, du sujet (étoile) et des cinq comparables retenus (cercles), avec le rayon de recherche de 3 km. Les coordonnées sont synthétiques.
Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch16_selection.py

fini : son prix unitaire élevé (4 013 $/m²) tient en partie à sa petite taille et à sa qualité. Le deuxième, G0404, est presque identique au sujet par la taille, le garage et le sous-sol, mais sa vente remonte à quinze mois et exigera un ajustement de conditions du marché. Le troisième, G0468, est nettement plus grand. Aucun comparable n'est « le bon » ; chacun informe sur une dimension du sujet et exige des ajustements sur les autres. C'est précisément pour cela que l'on en retient plusieurs et qu'on les pondère.

16.6.4 Une première indication par l'unité de comparaison

Avant tout ajustement, l'unité de comparaison fournit une indication grossière. Le prix médian par mètre carré habitable des seize candidats est de 3 286 $/m², dans une fourchette de 2 361 à 4 140 $/m² ; celui des cinq comparables retenus est de 3 340 $/m². Appliqué à la superficie du sujet, ce dernier donne

$$\hat{V}_s^{\text{brut}} = 3\,339{,}57\ \$/\text{m}^2 \times 165\ \text{m}^2 = 551\,029\ \$, \tag{16.9}$$

à rapprocher de la fourchette des prix bruts des comparables, de 506 500 $ à 624 500 $, de leur moyenne de 556 100 $ et de leur médiane de 538 000 $. La figure 16.4 compare les distributions de prix unitaires du secteur, des candidats et des comparables. Cette indication n'est pas une conclusion de valeur : elle ne corrige ni la date, ni la qualité, ni le garage, ni le sous-sol, ni le terrain, et le prix unitaire des petites maisons surestime celui du sujet. Elle sert de point de repère, et tout écart important entre elle et la valeur ajustée du chapitre 17 devra être expliqué.

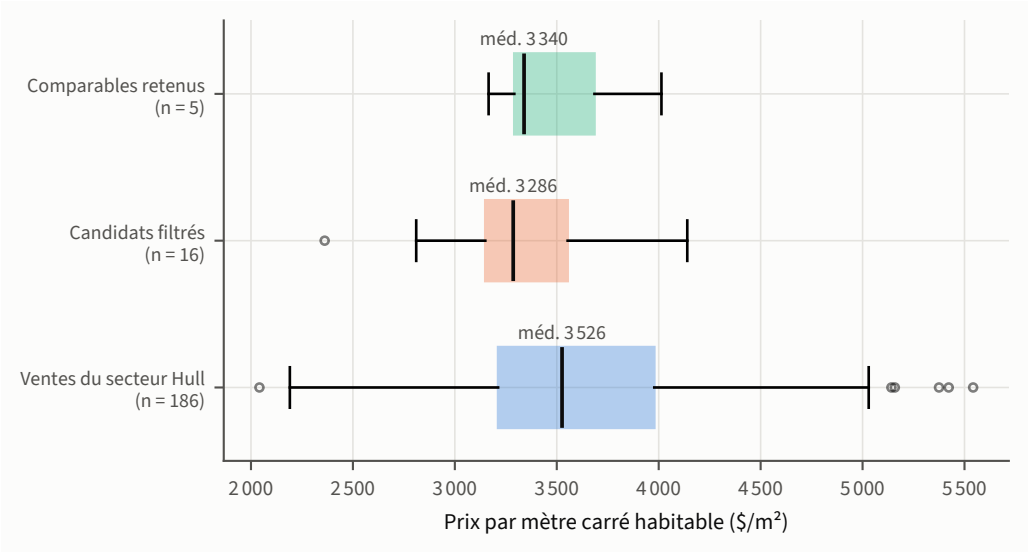


Figure 16.4. Distribution du prix par mètre carré habitable : ventes du secteur de Hull, candidats conservés après les filtres, comparables retenus. Le resserrement progressif de la distribution est l'effet recherché de la sélection ; la médiane des comparables sert d'indication brute.
Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch16_selection.py

16.7 Sensibilité au choix des comparables

La sélection repose sur quatre décisions : la fenêtre temporelle, le rayon, le nombre k de comparables et les paramètres de la distance. Pour mesurer leur effet, la procédure a été répétée pour $k \in \{3, 4, 5, 6, 8, 10\}$, des rayons de 1,5, 3 et 5 kilomètres et des fenêtres de 12, 18 et 24 mois, en conservant à chaque fois l'indication brute par le prix unitaire médian. Le tableau 16.7 et la figure 16.5 résument les résultats.

Tableau 16.7. Sensibilité de l'indication brute ($) au nombre de comparables, toutes fenêtres et tous rayons confondus

k	Minimum	Médiane	Maximum
3	529 207	551 029	608 014
4	576 593	579 522	600 845
5	529 207	551 029	593 676
6	525 768	572 353	600 845
8	525 768	568 698	596 921
10	525 768	553 970	596 921

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch16_selection.py ; 48 combinaisons de k, rayon et fenêtre laissant au moins trois comparables

Sur les 48 combinaisons retenues (celles qui laissent au moins trois comparables), l'indication brute varie de 525 768 $ à 608 014 $, avec un écart-type de 24 069 $, soit environ 4,4 % de la médiane des indications. Cette dispersion, obtenue avant tout ajustement et sur un marché synthétique homogène, est du même ordre que l'incertitude habituellement attribuée

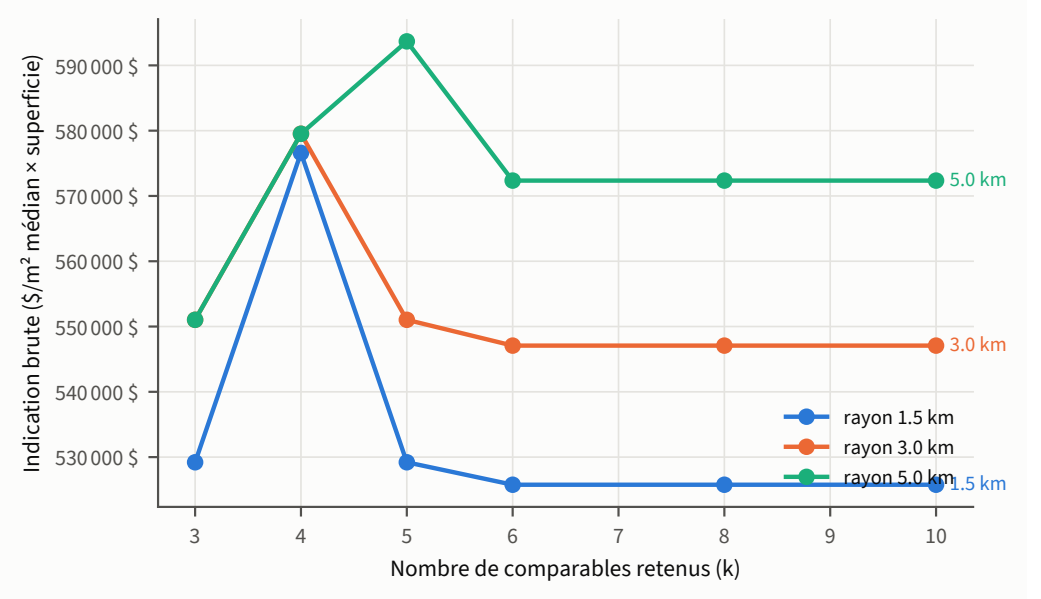


Figure 16.5. Indication brute par le prix unitaire médian selon le nombre de comparables retenus, pour trois rayons de recherche (fenêtre de 18 mois). Un rayon élargi admet des ventes de secteurs voisins plus chers et déplace l'indication vers le haut.
Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch16_selection.py

aux ajustements eux-mêmes ; elle montre que le choix des comparables n'est pas une étape préliminaire neutre, mais une source d'incertitude à part entière, que le chapitre 20 intégrera dans la fourchette de valeur. Deux effets se dégagent. Le rayon est le paramètre le plus influent : un rayon de cinq kilomètres admet des ventes du secteur d'Aylmer, plus cher, et relève l'indication d'environ 50 000 $, ce qui n'est pas un gain d'information mais un biais de localisation qu'un ajustement devrait corriger. Le nombre k a un effet non monotone : passer de trois à quatre comparables modifie beaucoup la médiane parce qu'un seul comparable change la composition, puis l'indication se stabilise au-delà de six, ce qui illustre la réduction de variance de l'équation (16.5) sur un marché où les candidats restent proches du sujet.

Erreurs fréquentes

- Choisir les comparables après avoir formé une opinion de valeur, puis retenir ceux qui la confirment : c'est le biais d'ancrage documenté par Northcraft et Neale (1987) et, chez les évaluateurs, par Diaz (1997). La parade est de fixer les filtres et la distance d'attributs avant de regarder les prix.
- Utiliser la date de l'acte notarié comme date de la vente ; le prix a été convenu à la promesse d'achat, souvent un à trois mois plus tôt.
- Comparer des prix au mètre carré sans borner la superficie : l'élasticité du prix à la superficie étant inférieure à un, les petites maisons ont un prix unitaire plus élevé et surestiment la valeur d'un sujet plus grand.
- Retenir une vente non vérifiée parce qu'elle est « parfaite » sur le papier ; les ventes

les plus proches du sujet sont celles qu'il faut vérifier le plus soigneusement, car elles pèseront le plus.
- Élargir le rayon pour obtenir plus de ventes sans ajuster la localisation ; le gain de variance est annulé par le biais de secteur, comme le montre la figure 16.5.
- Mélanger des copropriétés divises et des maisons en pleine propriété, ou des ventes de promoteur avec incitatifs et des reventes, dans la même grille.

Limites et mises en garde

Le cadre de ce chapitre suppose un marché actif où des substituts existent et où les ventes sont observables. Pour un bien atypique, un marché rural mince ou un segment en rupture (par exemple au lendemain d'une variation brusque des taux d'intérêt), la méthode de comparaison perd de sa force probante et doit être complétée par la méthode du coût ou du revenu. La distance d'attributs dépend d'échelles et de poids fixés par l'évaluateur ; elle rend la sélection reproductible, pas objective. Les résultats numériques de la section 16.6 proviennent d'un jeu synthétique calibré sur des médianes publiées, non d'un marché réel ; la dispersion observée dépend des lois de génération déclarées dans le dépôt et ne doit pas être lue comme une mesure de l'incertitude du marché de Gatineau. Enfin, la procédure de sélection ne corrige aucune différence : la valeur indiquée ne peut être conclue qu'après les ajustements du chapitre 17 et la réconciliation du chapitre 20.

À retenir

- Le principe de substitution fonde la méthode de comparaison et se retrouve dans la définition professionnelle de la valeur marchande et dans celle de la valeur réelle au rôle.
- La valeur recherchée est une espérance conditionnelle ; les comparables en sont un échantillon bruité, dont la moyenne pondérée des prix ajustés est l'estimateur. Les poids optimaux sont inversement proportionnels à la variance de chaque comparable, et le nombre optimal de comparables résulte d'un arbitrage biais–variance.
- L'unité de comparaison corrige les différences de taille au premier ordre seulement ; elle ne dispense pas de borner la superficie des candidats.
- Une vente est utilisable si elle transmet des droits comparables, à des conditions de financement et de vente sincères, à une date proche ; elle est comparable si ses caractéristiques physiques et économiques sont voisines de celles du sujet. La vérification au registre foncier, à l'historique de courtage et auprès des parties est indispensable pour les comparables retenus.
- La sélection procède par filtres éliminatoires documentés, puis par classement selon une distance d'attributs ; trois à six comparables suffisent lorsque les ajustements sont incertains.
- Le choix des comparables est une source d'incertitude du même ordre que les ajustements : l'analyse de sensibilité au rayon, à la fenêtre et au nombre de comparables fait partie du dossier.

Exercices

Exercice 16.1 — Unités de comparaison ★

Trois ventes récentes de plain-pieds d'un même secteur sont retenues comme comparables d'un sujet de 165 m² : 525 000 $ pour 152 m², 489 000 $ pour 141 m² et 561 000 $ pour 171 m². Calculez le prix par mètre carré de chaque comparable, puis l'indication brute obtenue en appliquant la médiane des prix unitaires à la superficie du sujet. Expliquez pourquoi cette indication tend à surestimer la valeur du sujet si l'élasticité du prix à la superficie est inférieure à un.

Exercice 16.2 — Ventes utilisables ou non ★

Pour chacune des ventes suivantes, dites si elle est utilisable comme comparable sans ajustement de transaction, utilisable avec ajustement, ou à écarter, et justifiez en vous référant aux cinq dimensions de la comparabilité : (a) vente d'une succession par courtier après 41 jours de mise en marché ; (b) vente à un locataire en place sans inscription ; (c) vente avec balance de prix de vente de 150 000 $ à 2 % sur cinq ans ; (d) reprise de finance vendue par l'institution prêteuse ; (e) vente d'une fraction de copropriété divise alors que le sujet est une maison en pleine propriété ; (f) vente conclue il y a vingt mois dans le même quartier.

Exercice 16.3 — Distance d'attributs ★★

Le sujet a une superficie habitable de 165 m², un terrain de 620 m², 28 ans et une qualité de 3. Trois candidats : A (158 m², 600 m², 25 ans, qualité 3), B (190 m², 650 m², 10 ans, qualité 4), C (150 m², 400 m², 30 ans, qualité 2). Avec les échelles 25 m², 150 m², 10 ans et 1 échelon, et les poids 2, 0,7, 1 et 1, calculez la distance d'attributs (16.8) de chaque candidat et classez-les. Quel candidat le classement changerait-il si le poids de l'âge passait à 3 ?

Exercice 16.4 — Fenêtre temporelle et ajustement de conditions du marché ★★

Dans un marché dont les prix progressent de 4,43 % par année (taux annuel composé), un comparable vendu 506 500 $ il y a quinze mois est retenu. Calculez l'ajustement de conditions du marché à appliquer à son prix. Élargir la fenêtre de 12 à 24 mois ferait passer le nombre de candidats de 9 à 21 : discutez l'arbitrage entre la réduction de variance et l'incertitude accrue sur l'ajustement temporel, en vous appuyant sur l'équation (16.5).

Exercice 16.5 — Pondérations optimales ★★

Trois comparables ont des prix ajustés dont les écarts-types sont estimés à 20 000 $, 30 000 $ et 40 000 $. Calculez les pondérations optimales de l'équation (16.6) et l'écart-type de l'indication qui en résulte. Comparez à l'écart-type obtenu avec des pondérations égales. Que devient la pondération du premier comparable si son écart-type est réestimé à 10 000 $?

Exercice 16.6 — Robustesse de la sélection aux paramètres de la distance ★★★

À l'aide du script `analysis/python/cases/ch16_selection.py` et du jeu `cas1_gatineau_ventes.csv`, modifiez les poids de la distance d'attributs : (a) doublez le poids de la distance géographique ; (b) annulez le poids de l'ancienneté de la vente ; (c) donnez un poids de 3 à la qualité. Pour chaque variante, indiquez quels comparables entrent ou sortent des cinq retenus et comment l'indication brute change. Rédigez une courte note (150 mots) sur ce que cette robustesse, ou son absence, implique pour la documentation du dossier.

Exercice 16.7 — Nombre optimal de comparables ★★★

On modélise l'estimateur des k plus proches voisins par un biais $b(k) = b_1 k$ et une variance σ^2 / k. Dérivez l'équation (16.7). Avec $\sigma = 25\,000$ $ et $b_1 = 2\,000$ $ par comparable supplémentaire, calculez k^* et l'erreur quadratique moyenne correspondante. Que devient k^* si les ajustements proviennent d'un modèle hédonique qui divise b_1 par quatre ? Commentez le lien avec les résultats de Kummerow et Galfalvy (2002).

Pour aller plus loin

Le traitement de référence de la méthode de comparaison dans la pratique nord-américaine demeure celui de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026), dont l'édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) adapte le vocabulaire et les exemples. La théorie de la sélection et de la pondération optimales des comparables est développée par Vandell (1991), complétée par Gau et al. (1992) et critiquée par Green (1994) ; Isakson (1986) formalise la recherche des plus proches voisins, Isakson (2002) donne l'algèbre linéaire de la grille et Lai et al. (2008) proposent l'estimation par réplication du sujet. L'arbitrage entre peu de comparables ajustés et beaucoup de comparables régressés est étudié par Kummerow et Galfalvy (2002). Sur les biais de jugement des évaluateurs dans le choix et la pondération des comparables, on lira Northcraft et Neale (1987), Diaz (1990) et Diaz (1997). Lentz et Wang (1998) passent en revue les enjeux de la méthode en contexte hypothécaire. Pour une perspective québécoise sur la mesure de la ressemblance et de la localisation, les travaux de Des Rosiers et al. (2000) et de Dubé et Legros (2014) sur la dépendance spatiale des prix préparent le chapitre 19.

CHAPITRE 17

17

Ajustements qualitatifs et quantitatifs

Le chapitre 16 a laissé le lecteur devant cinq ventes vérifiées, voisines du sujet mais jamais identiques à lui, et devant une grille dont les cellules d'ajustement sont vides. Le présent chapitre les remplit. Son objet est la traduction en dollars de chaque différence entre un comparable et le sujet : combien vaut, sur ce marché et à cette date, un garage, un sous-sol fini, seize mètres carrés de plus, un échelon de qualité, quinze mois d'ancienneté ? La question paraît technique ; elle est en réalité la plus discutée de toute la méthode de comparaison, parce qu'un ajustement n'est jamais observé directement : il est toujours *extrait* du marché par une méthode dont il hérite la précision et les biais. Le chapitre fixe d'abord l'ordre, la base et le signe des ajustements, puis il expose les cinq méthodes d'extraction, en insistant sur la régression hédonique et sur les ventes appariées, dont il compare les résultats sur le même marché synthétique. Il traite à part l'ajustement de conditions du marché, qui est le plus fréquent et le plus sensible, puis l'analyse qualitative, qui encadre la valeur lorsque les montants font défaut. L'exemple intégral conduit la grille complète des cinq comparables du cas 1 jusqu'à une valeur pondérée, et l'analyse de sensibilité montre quels ajustements comptent réellement. Le chapitre se termine sur un résultat qui surprend souvent : la moyenne des prix ajustés et la prédiction du modèle hédonique dont la grille est tirée diffèrent de près de dix pour cent, et l'on démontre pourquoi.

Objectifs pédagogiques

- Énoncer et justifier l'ordre conventionnel des ajustements : transactionnels en pourcentage et en séquence, puis de propriété en dollars et additifs, avec le signe du point de vue du sujet.
- Dériver les formes additive, multiplicative et mixte du prix ajusté, démontrer que le total d'une cascade multiplicative ne dépend pas de l'ordre et quantifier l'écart entre les formes.
- Extraire un ajustement par ventes appariées, par coût déprécié, par capitalisation d'une différence de loyer, par régression et par analyse de tendance, et connaître la précision de chaque méthode.
- Calculer un ajustement de conditions du marché par taux composé, par indice et par coefficient temporel d'un modèle en logarithme, et interpréter correctement un

coefficient de variable indicatrice (Halvorsen–Palmquist, Kennedy).
- Construire une grille complète, calculer les ajustements brut et net, pondérer les comparables et conclure une indication de valeur par comparaison.
- Mener une analyse relative lorsque les ajustements ne peuvent être chiffrés, et mesurer la sensibilité de l'indication aux prix implicites retenus.

17.1 Ordre, base et signe des ajustements

17.1.1 Ce qu'est un ajustement

Le chapitre 16 a défini le prix ajusté d'un comparable comme son prix de vente corrigé de la contribution de ses différences avec le sujet, de sorte que $P_j^{\text{aj}} = V_s + \varepsilon_j$ sous le modèle local linéaire du chapitre 16. Cette écriture fixe trois choses que la pratique perd parfois de vue. D'abord, c'est le *comparable* que l'on ajuste vers le sujet, jamais l'inverse : on se demande ce que le comparable se serait vendu s'il avait eu les caractéristiques du sujet. Ensuite, le signe d'un ajustement est celui du point de vue du sujet : si le sujet est supérieur au comparable sur une caractéristique, le comparable se serait vendu plus cher en la possédant, et l'ajustement est positif ; si le sujet est inférieur, l'ajustement est négatif. Enfin, un ajustement est le produit d'un prix implicite par un écart de caractéristique, $A_{jk} = \beta_k (x_{sk} - x_{jk})$; il n'existe donc pas de « valeur d'un garage » dans l'absolu, mais un prix implicite propre à un marché, à une date et à un niveau de prix.

Définition 17.1 : Ajustement, ajustement brut et ajustement net

L'**ajustement** A_{jk} est le montant qu'il faut ajouter au prix du comparable j pour neutraliser sa différence avec le sujet sur l'élément de comparaison k ; il est positif lorsque le sujet est supérieur au comparable sur cet élément. L'**ajustement brut** du comparable est la somme des valeurs absolues de ses ajustements rapportée à son prix, $\sum_k |A_{jk}| / P_j$; l'**ajustement net** est la somme algébrique rapportée au prix, $\sum_k A_{jk} / P_j$. Le premier mesure l'éloignement total du comparable, le second le déséquilibre entre ses supériorités et ses infériorités.

17.1.2 Deux familles d'ajustements et un ordre conventionnel

La pratique nord-américaine, codifiée par l'Appraisal Institute et reprise dans l'édition canadienne de son manuel, distingue deux familles d'ajustements et impose un ordre entre elles (Appraisal Institute 2026 ; UBC Real Estate Division 2010). Les **ajustements de transaction** corrigent le prix des circonstances de la vente : droits transmis, conditions de financement, conditions de vente, dépenses engagées immédiatement après l'achat, conditions du marché à la date de la vente. Ils s'expriment en pourcentage du prix, parce que leur effet est proportionnel au montant de la transaction, et ils sont appliqués en séquence, chacun sur la base laissée par le précédent, parce que chacun répond à la question « quel aurait été le prix si cette circonstance avait été normale, toutes choses égales par ailleurs ». Les **ajustements de propriété** corrigent ensuite les différences entre les biens : localisation, caractéristiques physiques, caractéristiques économiques, usage, éléments non immobiliers.

Ils s'expriment en dollars, additivement, sur la base laissée par les ajustements de transaction, parce que le marché valorise un garage ou un sous-sol à un montant qui dépend peu du prix total de la maison. Le tableau 17.1 donne cet ordre, la base et le signe de chaque ajustement ; la figure 17.1 le schématise.

Tableau 17.1. Ordre conventionnel des ajustements, base de calcul et signe

Élément de comparaison	Nature et base	Signe (du point de vue du sujet)
Ajustements de transaction — en pourcentage, séquentiels		
Droits transmis	Pleine propriété comme référence ; démembrement, baux en deçà du marché	+ si le comparable transmet moins que le sujet
Financement	Prix comptant comme référence ; valeur actualisée de l'avantage de taux retranchée	− si le comparable a bénéficié d'un financement avantageux
Conditions de vente	Vente sincère comme référence ; vendeur pressé, parties liées, incitatifs	+ si le comparable a été vendu sous contrainte
Dépenses après l'achat	Travaux que l'acheteur du comparable a dû engager immédiatement	+ si le comparable exigeait des travaux
Conditions du marché	Évolution des prix entre la date de la promesse d'achat et la date d'évaluation	+ si le marché a monté depuis la vente
Ajustements de propriété — en dollars, additifs sur la base ajustée		
Localisation	Secteur, voisinage, nuisances, accès	+ si le sujet est mieux situé
Caractéristiques physiques	Superficie, terrain, âge et état, qualité, garage, sous-sol, piscine, type	+ si le sujet est supérieur
Caractéristiques économiques	Loyers, dépenses, état locatif (immeubles de revenu)	+ si le sujet rapporte davantage
Usage et zonage	Usage permis, densité, droits de développement	+ si le sujet a plus de latitude
Éléments non immobiliers	Meubles, électroménagers compris dans le prix du comparable	− si le prix du comparable incluait des meubles

Source : convention de l'ouvrage (annexe D), d'après la pratique nord-américaine décrite par Appraisal Institute (2026).

Cet ordre n'est pas une exigence normative. Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent que le rapport expose « le traitement de l'information et le raisonnement » qui conduisent à la conclusion de valeur (règle 2.3), et que la définition de la valeur retenue soit celle d'un prix épuré des incitatifs et des conditions de financement avantageuses (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; elles ne prescrivent ni la forme ni l'ordre des ajustements. L'ordre conventionnel est une pratique courante, justifiée par trois arguments. Le premier est logique : on ne peut comparer les caractéristiques de deux biens qu'après avoir ramené leurs prix à une même définition, celle d'une vente sincère, au comptant, de la pleine propriété, à la date d'évaluation. Le deuxième est arithmétique : les ajustements de propriété tirés du marché le sont à la date d'évaluation, sur des prix actuels ; les appliquer à un prix de 2025 non actualisé mélangerait deux niveaux de prix. Le troisième est statistique,

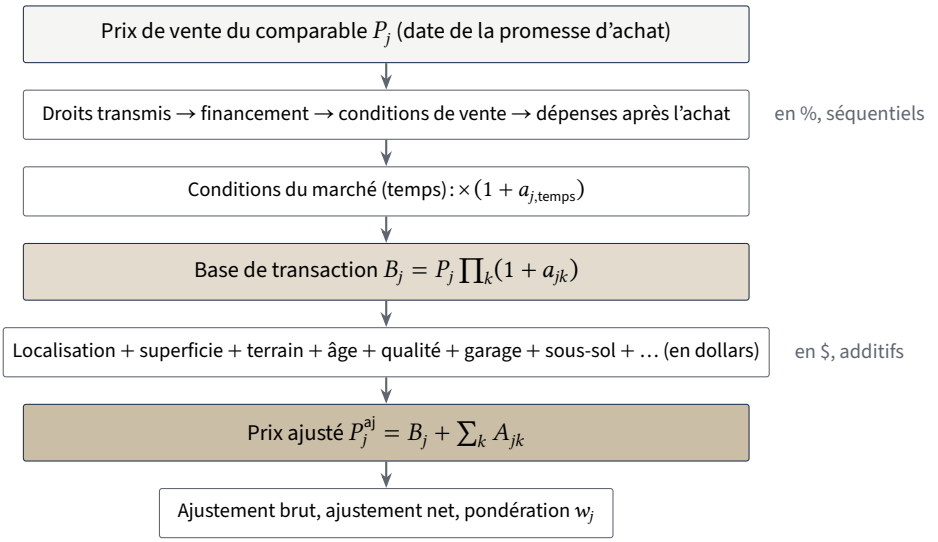


FIGURE 17.1. La séquence conventionnelle des ajustements : les circonstances de la transaction sont corrigées en pourcentage et en cascade, puis les différences de propriété sont ajoutées en dollars sur la base ainsi obtenue. Les indicateurs de qualité du comparable et sa pondération découlent de la grille remplie.
Source : schéma de l'auteur.

et il sera développé à la section 17.5 : la cascade en pourcentage puis l'addition en dollars est une approximation d'un modèle multiplicatif dont les propriétés sont connues.

17.1.3 Les ajustements de transaction autres que le temps

Quatre ajustements de transaction précèdent celui des conditions du marché, et la pratique québécoise les rencontre moins souvent qu'on ne le croit, parce que la vérification du chapitre 16 conduit le plus souvent à écarter la vente plutôt qu'à l'ajuster. L'ajustement de *droits transmis* corrige une vente qui n'a pas porté sur la pleine propriété libre de charges : un immeuble grevé d'un bail commercial de longue durée à loyer inférieur au marché, une emphytéose, une fraction indivise ; son montant est la valeur actualisée de l'écart de droits (chapitres 2 et 6) et, pour une maison unifamiliale, il est presque toujours préférable de remplacer le comparable. L'ajustement de *conditions de vente* corrige une vente qui n'a pas été sincère ou pleinement exposée ; il ne se mesure pas directement, et le seul procédé défendable est de comparer la vente suspecte à des ventes sincères de biens semblables, ce qui revient à une analyse de paires. L'ajustement de *dépenses après l'achat* ajoute au prix du comparable le coût des travaux que l'acheteur savait devoir engager immédiatement et dont il a tenu compte dans son offre : un toit à refaire, une installation septique à remplacer ; il est positif du point de vue du sujet si celui-ci n'exige pas ces travaux, et le dossier doit établir, par l'historique de courtage ou l'entretien avec une partie, que le prix convenu en tenait compte. L'ajustement d'*éléments non immobiliers*, enfin, retranche du prix du comparable la contrepartie des meubles et des électroménagers compris dans la vente ; la valeur déclarée dans l'acte à cet effet est souvent fixée pour des raisons fiscales et ne lie pas l'évaluateur.

L'ajustement de *financement* est le seul de ces quatre qui se calcule plutôt qu'il ne se constate, et il mérite un exemple. Lorsque le vendeur consent une balance de prix de vente à un taux inférieur au marché, l'acheteur reçoit un avantage qu'il paie par un prix plus

élevé ; le prix comptant équivalent est le prix convenu diminué de la valeur de cet avantage, c'est-à-dire de la différence entre le montant prêté et la valeur actualisée, au taux du marché, des paiements effectivement promis. Soit une vente de 620 000 $ dont 150 000 $ sont financés par le vendeur à 2 % pendant cinq ans, intérêts seulement payés mensuellement et capital remboursé au terme, alors que le marché exige 5 % pour un prêt hypothécaire de même terme, les deux taux étant des taux nominaux à composition semestrielle selon la convention canadienne. Le taux mensuel équivalent du contrat est $(1{,}01)^{1/6} - 1 = 0{,}1660$ %, d'où un intérêt mensuel de 248,96 $; celui du marché est $(1{,}025)^{1/6} - 1 = 0{,}4124$ %. La valeur actualisée au taux du marché des soixante intérêts et du capital vaut 130 389 $, de sorte que le vendeur a consenti un avantage de 19 611 $; l'ajustement de financement est de −19 611 $, soit −3,16 % du prix, et le prix comptant équivalent du comparable est de 600 389 $. Si la balance était plutôt amortie sur vingt-cinq ans avec un terme de cinq ans, le même calcul, appliqué aux soixante mensualités et au solde dû au terme, donnerait un avantage de 18 138 $. Le calcul suppose que l'acheteur valorise l'avantage à sa valeur actualisée complète, ce qui n'est vrai que s'il aurait emprunté la même somme aux conditions du marché ; lorsque l'avantage dépasse quelques points de pourcentage du prix, l'incertitude de cette hypothèse justifie, là encore, de remplacer le comparable. Les fonctions `taux_mensuel_canadien`, `facteur_va` et `facteur_va_annuite` du module `traite.finance` reproduisent ce calcul (`analysis/python/cases/ch17_ajustements.py`, fonction `financement`).

17.1.4 Trois formes du prix ajusté

Trois écritures du prix ajusté coexistent dans la littérature et dans la pratique, et il importe de les distinguer avant de calculer. La **forme additive** applique tous les ajustements en dollars sur le prix de vente :

$$P_j^{\text{aj}} = P_j + \sum_{k=1}^{K} A_{jk}. \tag{17.1}$$

La **forme multiplicative** applique tous les ajustements en proportion, en cascade :

$$P_j^{\text{aj}} = P_j \prod_{k=1}^{K} \left(1 + a_{jk}\right), \tag{17.2}$$

où a_{jk} est l'ajustement pour l'élément k exprimé en proportion de la base courante. La **forme mixte**, qui est la convention de l'ouvrage, applique les ajustements de transaction $k \in \mathcal{T}$ en proportion et en cascade, puis les ajustements de propriété $k \in \mathcal{P}$ en dollars :

$$P_j^{\text{aj}} = P_j \prod_{k \in \mathcal{T}} \left(1 + a_{jk}\right) + \sum_{k \in \mathcal{P}} A_{jk}. \tag{17.3}$$

Les trois formes donnent des résultats voisins lorsque les ajustements sont petits, et elles divergent dès qu'ils sont grands ou nombreux. Colwell et al. (1983) ont montré que la forme additive est l'analogue exact d'un modèle hédonique linéaire en niveau, et la forme multiplicative celui d'un modèle linéaire en logarithme ; le choix de la forme n'est donc pas une question de commodité, mais une hypothèse sur la façon dont le marché forme les prix. Isakson (2002) a formalisé la grille en algèbre linéaire et montré que, sous la forme additive, le prix ajusté est une projection du prix du comparable sur l'espace des caractéristiques du sujet, ce qui éclaire les conditions d'identification des prix implicites. La section 17.5 quantifie l'écart entre les formes sur les comparables du cas 1.

17.2 Les méthodes d'extraction des ajustements

Un ajustement n'est pas une opinion : il doit provenir du marché. Cinq méthodes permettent de l'en extraire, et le tableau 17.2 les compare. Elles ne s'excluent pas ; dans un dossier soigné, l'ajustement retenu pour un élément important est recoupé par au moins deux d'entre elles, et le rapport documente la méthode, les données et la précision obtenue.

Tableau 17.2. Méthodes d'extraction des ajustements : principe, données requises, précision et limites

Méthode	Principe	Données requises	Précision et limites
Ventes appariées	Différence de prix entre deux ventes qui ne diffèrent que par l'élément étudié	Paires vérifiées, mêmes marché, date et autres caractéristiques	Intuitive et probante ; très bruitée (la variance d'une différence est le double de celle d'un prix) ; paires parfaites rares
Coût déprécié	Coût neuf de l'élément moins sa dépréciation (chapitre 24)	Coût unitaire de l'élément, âge, durée de vie	Plafond plutôt que mesure de la contribution au prix ; convient aux éléments récents et séparables
Capitalisation d'une différence de loyer	Écart de revenu attribuable à l'élément divisé par un taux (chapitre 29)	Loyers de marché avec et sans l'élément, taux de capitalisation	Immeubles de revenu ; suppose que l'acheteur paie le revenu, non l'agrément
Régression	Coefficient d'un modèle hédonique estimé sur le marché (chapitre 18)	Plusieurs centaines de ventes décrites de façon homogène	Précis et cohérent entre éléments ; dépend de la spécification ; prix implicites moyens, non locaux
Analyse de tendance	Évolution d'un indice ou d'une série de prix entre deux dates	Indice de prix du segment, ventes répétées, médianes par période	Réservé aux conditions du marché ; sensible au choix de l'indice et à la composition

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026), Colwell et al. (1983) et Pace (1998b).

17.2.1 Les ventes appariées

La méthode des **ventes appariées** (*paired sales*) est la plus ancienne et la plus parlante : si deux maisons identiques à tous égards sauf la présence d'un garage se sont vendues au même moment, la différence de leurs prix est le prix du garage. Formellement, pour n paires $(P_i^{\text{avec}}, P_i^{\text{sans}})$ dont les membres ne diffèrent que par l'élément k, l'estimateur est la différence moyenne et sa précision découle de la dispersion des différences :

$$\hat{A}_k = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(P_i^{\text{avec}} - P_i^{\text{sans}}\right), \qquad \widehat{\text{ET}}(\hat{A}_k) = \frac{s_d}{\sqrt{n}}, \quad s_d^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(P_i^{\text{avec}} - P_i^{\text{sans}} - \hat{A}_k\right)^2. \tag{17.4}$$

Sous le modèle local du chapitre 16, chaque prix comporte un bruit de transaction de variance σ^2 ; la différence de deux prix indépendants a donc une variance de $2\sigma^2$, et l'erreur-type de

l'estimateur vaut $\sigma\sqrt{2/n}$. C'est la faiblesse structurelle de la méthode : sur un marché où le bruit de transaction est de l'ordre de 8 % du prix, soit environ 45 000 $ pour une maison de 550 000 $, une seule paire donne une estimation dont l'erreur-type dépasse 60 000 $, et il faut une quinzaine de paires pour la ramener à 16 000 $, ce qui reste du même ordre que l'ajustement recherché. La méthode est donc probante pour établir le *signe* et l'*ordre de grandeur* d'un ajustement, rarement pour en fixer le montant à quelques milliers de dollars près.

Deux difficultés pratiques s'ajoutent. La première est que les paires parfaites n'existent pas : deux maisons diffèrent toujours par la date, le terrain, l'état, et il faut soit tolérer ces différences, soit les corriger par d'autres ajustements, ce qui introduit une circularité. La convention raisonnable est de déclarer les critères de pairage (même secteur, même type, superficie et âge dans une fourchette étroite, dates proches) et de n'appliquer aux membres de la paire qu'un seul ajustement préalable, celui de conditions du marché, dont le montant est tiré d'une source indépendante. La seconde difficulté est le choix entre la moyenne et la médiane des différences : la moyenne est l'estimateur efficace si les différences sont normalement distribuées, mais une seule paire aberrante la déplace de plusieurs milliers de dollars ; la médiane est robuste mais moins précise. Le dossier devrait présenter les deux, avec le nombre de paires et l'écart-type des différences. La section 17.6 applique cette discipline au marché synthétique du cas 1 et montre ce que l'on obtient réellement avec une quinzaine de paires.

17.2.2 Le coût déprécié

Pour un élément séparable et récent, le coût de l'ajouter, diminué de sa dépréciation, borne la contribution de l'élément au prix : un acheteur ne paiera pas, pour un garage existant, plus que ce qu'il lui en coûterait d'en construire un, et il paiera moins si le garage est vieux. L'ajustement par le coût déprécié s'écrit

$$A_k = C_{N,k}\,(1 - \delta_k), \tag{17.5}$$

où $C_{N,k}$ est le coût neuf de l'élément à la date d'évaluation et δ_k son taux de dépréciation, mesuré selon les méthodes du chapitre 24. La méthode est utile comme recoupement et comme plafond ; elle est trompeuse comme mesure directe, parce que le marché ne paie pas nécessairement le coût d'un élément : une piscine creusée coûte souvent davantage que la prime qu'elle rapporte à la revente, et une finition de sous-sol de qualité médiocre peut ne rien valoir. L'écart entre le coût déprécié et la contribution au prix est précisément la désuétude fonctionnelle de l'élément, et il peut être de l'un ou l'autre signe.

17.2.3 La capitalisation d'une différence de loyer

Pour les immeubles de revenu, un élément de comparaison a un prix parce qu'il rapporte un revenu : un stationnement, un logement rénové, une buanderie se louent. Si l'élément k procure un revenu net supplémentaire ΔRNE_k par année, sa contribution à la valeur est, par capitalisation directe,

$$A_k = \frac{\Delta RNE_k}{R}, \tag{17.6}$$

où R est le taux global de capitalisation du marché pour ce type d'immeuble (chapitre 29). Un stationnement loué 75 $ par mois, soit 900 $ par année, dont les dépenses d'exploitation

sont négligeables, vaut 18 000 $ à un taux de 5 %. La méthode suppose que l'acheteur type est un investisseur qui paie le revenu ; pour un duplex acheté par un propriétaire occupant, l'agrément compte autant que le loyer et la méthode ne donne qu'une borne. Le chapitre 32 y revient pour les petits immeubles.

17.2.4 La régression

La régression hédonique estime simultanément les prix implicites de toutes les caractéristiques à partir de l'ensemble des ventes d'un marché. Dans le modèle semi-logarithmique de référence de l'ouvrage, $\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^{\mathsf{T}}\beta + \varepsilon_i$, le coefficient β_k est l'effet d'une unité de la caractéristique k sur le logarithme du prix, et l'ajustement du comparable j vers le sujet pour cette caractéristique, appliqué sur une base B, vaut

$$A_{jk} = B\left[\exp\big(\beta_k\,(x_{sk} - x_{jk})\big) - 1\right]. \tag{17.7}$$

La régression a trois avantages décisifs sur les paires. Elle utilise toutes les ventes, de sorte que l'erreur-type d'un prix implicite est divisée par la racine du nombre de ventes et non du nombre de paires ; sur le marché du cas 1, le coefficient du garage est estimé avec une erreur-type de 0,5 point de pourcentage à partir de 600 ventes. Elle contrôle les autres caractéristiques simultanément, ce qui supprime le problème des paires imparfaites. Et elle produit des prix implicites cohérents entre eux, tirés du même échantillon et de la même date de référence. Ses limites sont tout aussi réelles. Les prix implicites sont des moyennes sur tout le marché, non des prix locaux autour du sujet ; si la relation entre prix et superficie n'est pas la même pour les petites et les grandes maisons, le coefficient unique de la superficie est faux aux deux extrémités, ce que Pace (1998a) a traité par des modèles additifs généralisés. La spécification compte : Cropper et al. (1988) ont montré que les formes linéaire et semi-logarithmique simples résistent mieux aux variables omises que les formes flexibles, et Malpezzi (2003) rappelle que l'omission d'une caractéristique corrélée aux autres biaise tous les coefficients. Enfin, les coefficients de variables indicatrices en logarithme ne se lisent pas directement en pourcentage, ce que la section 17.3 précise. Le chapitre 18 est consacré à l'estimation et au diagnostic de ces modèles ; le présent chapitre les utilise comme source d'ajustements, selon la logique de Pace (1998b), pour qui la grille et la régression sont deux estimateurs du même objet.

17.2.5 L'analyse de tendance

L'analyse de tendance est réservée aux conditions du marché : elle mesure l'évolution des prix entre la date de la vente et la date d'évaluation à partir d'un indice de prix, d'une série de médianes par période, de ventes répétées ou du coefficient temporel d'un modèle hédonique. Elle fait l'objet de la section suivante, parce que l'ajustement de temps est, dans la plupart des dossiers résidentiels, le plus grand des ajustements de transaction et celui dont l'erreur se propage à tous les autres.

17.3 L'ajustement de conditions du marché

17.3.1 Trois écritures équivalentes

Soit m_j le nombre de mois écoulés entre la date de la promesse d'achat du comparable et la date d'évaluation. Si l'on dispose d'un indice de prix I_t du segment, l'ajustement par ratio

d'indices est

$$A_{j,\text{temps}} = P_j \left(\frac{I_{\text{éval}}}{I_{\text{vente}}} - 1 \right). \tag{17.8}$$

Si l'on dispose d'un taux de croissance annuel composé g, l'ajustement est

$$A_{j,\text{temps}} = P_j \left[(1+g)^{m_j/12} - 1 \right], \tag{17.9}$$

et si l'on dispose du coefficient β_m d'une tendance mensuelle dans un modèle en logarithme,

$$A_{j,\text{temps}} = P_j \left[\exp(\beta_m \, m_j) - 1 \right], \qquad g = \exp(12\,\beta_m) - 1. \tag{17.10}$$

Les trois écritures sont équivalentes lorsque l'indice croît à taux constant, $I_t = I_0(1+g)^{t/12}$ et $\beta_m = \ln(1+g)/12$; elles diffèrent lorsque la trajectoire des prix n'est pas régulière, et c'est alors l'indice, s'il est fiable, qui doit prévaloir, parce qu'il suit les inflexions du marché que le taux moyen lisse. L'approximation linéaire $A \approx P_j \, \beta_m \, m_j$, encore répandue, sous-estime l'ajustement d'un montant qui croît avec le carré de la durée : pour quinze mois à 4,4 % par année, l'écart est d'environ un dixième de point de pourcentage du prix, négligeable ; pour trois ans à 10 % par année, il atteint près de trois points et cesse de l'être.

17.3.2 La date pertinente et le choix de l'indice

Le chapitre 16 a insisté sur la date de la promesse d'achat, seule date à laquelle le prix reflète le marché ; l'ajustement de temps court de cette date à la date d'évaluation. Lorsque seule la date de l'acte est connue, l'évaluateur la corrige d'un délai typique, ou il utilise l'historique de courtage. L'erreur de date est une source d'erreur fréquente et systématique : dans un marché qui monte, utiliser la date de l'acte, postérieure, raccourcit la période et sous-estime l'ajustement de tous les comparables.

Le choix de l'indice est la décision la plus lourde. Un indice de prix médians par trimestre, comme ceux que publient les chambres immobilières, mesure l'évolution du prix d'une maison médiane dont la composition change d'un trimestre à l'autre ; en période de rotation de l'offre vers les biens plus chers ou moins chers, il surestime ou sous-estime la variation à qualité constante. Un indice de ventes répétées suit des biens identiques et élimine l'effet de composition, au prix d'un échantillon plus petit et d'une agrégation géographique plus large (chapitre 35). Un indice hédonique, enfin, est à qualité constante par construction, mais il hérite des hypothèses du modèle. Dans tous les cas, l'indice doit porter sur le segment et le territoire du sujet : appliquer à une unifamiliale de Gatineau l'indice de l'ensemble des propriétés de la RMR de Montréal n'est pas un ajustement de conditions du marché, c'est une erreur de marché.

Sources québécoises pour l'ajustement de temps

Trois familles de sources sont disponibles au Québec, chacune avec ses limites. L'APCIQ publie chaque trimestre, par RMR et par secteur, le prix médian des unifamiliales, des copropriétés et des plex, à partir des transactions du système Centris ; ce sont des médianes brutes, sans contrôle de composition, et leur variation annuelle doit être lue comme une indication de tendance plutôt que comme un indice à qualité constante (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec

2026c). L'indice de prix de maison Teranet–Banque Nationale est un indice de ventes répétées, base juin 2005 = 100, publié mensuellement pour onze RMR dont Montréal, Québec et, dans sa composante composite, les autres marchés ; il est à qualité constante mais agrège tous les types de propriétés d'une RMR et n'est pas publié par secteur (King 2026). L'Indice des prix des logements neufs de Statistique Canada (tableau 18-10-0205-01) mesure le prix des maisons *neuves* vendues par les constructeurs, terrain et bâtiment, pour les RMR dont Ottawa–Gatineau ; il ne décrit pas le marché de la revente et ne convient pas à l'ajustement d'une vente de maison existante (Statistique Canada 2026d). En évaluation foncière, la partie 3A du Manuel d'évaluation foncière du Québec, « Taux de variation du marché », encadre la mesure de l'évolution des prix entre la date des ventes et la date de référence du rôle, et la partie 3C traite de la méthode de comparaison ; l'évaluateur municipal applique ces consignes en vertu du Règlement sur le rôle d'évaluation foncière (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 3 : Processus d'évaluation (3A Taux de variation du marché, 3B Équilibration, 3C Comparaison, 3D Revenu, 3E Coût, 3F Conciliation)* 2026 ; Québec 1994). Pour le cas 1, le jeu synthétique a été généré avec une croissance annuelle composée égale à celle que révèle la variation de la médiane unifamiliale entre les rôles 2024-2026 et 2027-2029 de Gatineau, soit 9,06 % en deux ans ou 4,43 % par année (Ville de Gatineau 2026d) ; le coefficient temporel estimé sur les 600 ventes vaut 0,364 % par mois, soit 4,46 % par année. Sources consultées le 31 octobre 2026.

17.3.3 Lire un coefficient de variable indicatrice

Lorsque l'ajustement provient d'un modèle en logarithme, la lecture du coefficient d'une variable continue est immédiate : β_k est une semi-élasticité, et l'effet d'un écart Δx est $\exp(\beta_k \Delta x) - 1$, comme à l'équation (17.7). Pour une variable indicatrice (garage ou non, sous-sol fini ou non, secteur), l'habitude de lire β_k comme un pourcentage est une approximation qui n'est acceptable que pour les petits coefficients. Halvorsen et Palmquist (1980) ont établi que l'effet relatif exact est

$$\hat{g}_k = \exp(\hat{\beta}_k) - 1, \tag{17.11}$$

et Kennedy (1981) a montré que cet estimateur est biaisé vers le haut parce que l'espérance de $\exp(\hat{\beta}_k)$ excède $\exp(\beta_k)$ lorsque $\hat{\beta}_k$ est aléatoire ; l'estimateur approximativement sans biais est

$$\tilde{g}_k = \exp\!\left(\hat{\beta}_k - \tfrac{1}{2}\widehat{\mathrm{Var}}(\hat{\beta}_k)\right) - 1. \tag{17.12}$$

Giles (1982) puis Garderen et Shah (2002) ont donné les estimateurs exacts et leur variance ; la correction de Kennedy suffit en pratique. Les deux corrections ne comptent que si le coefficient est grand ou imprécis. Pour un coefficient de 0,032 estimé avec une erreur-type de 0,005, la lecture naïve donne 3,2 %, la formule de Halvorsen–Palmquist 3,30 % et celle de Kennedy 3,29 % : les écarts sont de l'ordre du millième du prix. Pour un coefficient de secteur de −0,25 estimé avec une erreur-type de 0,07, la lecture naïve donne −25,0 % alors que l'effet exact est de −22,1 % et l'effet corrigé de −22,3 % : l'erreur de lecture atteint trois points de pourcentage, soit 15 000 $ sur une maison de 500 000 $. La conséquence pratique est simple : un ajustement de localisation entre secteurs, qui est typiquement grand, ne se lit jamais directement dans un coefficient en logarithme. Le tableau 17.7 applique les trois lectures aux indicatrices du modèle du cas 1.

17.4 Les ajustements qualitatifs et l'analyse relative

Il arrive que l'on ne puisse pas chiffrer un ajustement de façon défendable : le marché est trop mince pour des paires, trop hétérogène pour une régression, et l'élément n'a ni coût ni loyer identifiable (une vue, un voisinage bruyant, un plan d'étage malcommode). L'**analyse relative** (*relative comparison analysis*) remplace alors le montant par un jugement ordinal : pour chaque élément, le comparable est noté inférieur, égal ou supérieur au sujet, et la position d'ensemble du comparable résulte du bilan de ces jugements, pondéré par l'importance de chaque élément. Un comparable globalement inférieur au sujet s'est vendu à un prix que la valeur du sujet doit dépasser ; un comparable globalement supérieur fixe un prix que la valeur du sujet ne doit pas atteindre. Si les comparables se répartissent des deux côtés, la valeur est **encadrée** (*bracketed*) : elle se situe entre le prix le plus élevé des comparables inférieurs et le prix le plus bas des comparables supérieurs.

La méthode a deux mérites. Elle oblige à hiérarchiser les éléments de comparaison, ce qui est utile même lorsque des montants existent ; et elle produit une fourchette qui ne dépend d'aucun prix implicite, donc d'aucune hypothèse d'extraction. Elle a aussi deux limites qu'il faut dire. D'abord, l'encadrement n'est valide que si les prix des comparables sont de bonnes mesures de leur propre valeur, c'est-à-dire si le bruit de transaction est petit ; un comparable inférieur qui s'est vendu cher par hasard relève la borne inférieure au-dessus de la valeur du sujet. Ensuite, lorsque tous les comparables sont du même côté, l'analyse ne donne qu'une borne, et le dossier doit le reconnaître. L'analyse relative est donc le complément de la grille chiffrée, non son substitut, et l'exemple de la section 17.6 montre qu'elle peut la contredire de façon instructive.

Une variante intermédiaire, le **classement** (*ranking analysis*), ordonne les comparables du plus inférieur au plus supérieur et place le sujet dans cet ordre ; la valeur est alors interpolée entre les prix des deux voisins du sujet dans le classement. Elle partage les mérites et les limites de l'encadrement. Dans les deux cas, la littérature sur les biais de jugement invite à la prudence : Northcraft et Neale (1987) ont montré que des évaluateurs professionnels, exposés à un prix demandé fictif, déplaçaient leur estimation dans le sens de l'ancre, et Diaz (1997) que le jugement sur les comparables est influencé par l'opinion de valeur formée avant l'analyse. Les jugements ordinaux doivent donc être consignés élément par élément, avant que les prix ne soient regardés, exactement comme les critères de sélection du chapitre 16.

17.5 La cascade et le prix ajusté

17.5.1 La cascade dérivée d'un modèle en logarithme

Lorsque les ajustements proviennent d'un modèle semi-logarithmique, la façon la plus cohérente de les appliquer est une cascade multiplicative qui respecte l'ordre conventionnel du tableau 17.1. Soit $\Delta_{jk} = \sum_{c \in k} \beta_c (x_{sc} - x_{jc})$ la variation du logarithme du prix attribuable au groupe de caractéristiques k (un groupe peut réunir plusieurs régresseurs, par exemple l'âge et son carré). La cascade part de $B_{j0} = P_j$ et applique, à chaque étape,

$$A_{jk} = B_{j,k-1}\left[\exp(\Delta_{jk}) - 1\right], \qquad B_{jk} = B_{j,k-1} + A_{jk} = B_{j,k-1}\exp(\Delta_{jk}), \tag{17.13}$$

de sorte que le prix ajusté est la dernière base, $P_j^{\text{aj}} = B_{jK}$, et que la somme des ajustements est bien l'écart entre le prix ajusté et le prix de vente. C'est exactement ce que calcule la

fonction `ajustements_hedoniques` du module `traite.cas1`, dans l'ordre : conditions du marché, localisation, superficie, terrain, âge, qualité, garage, sous-sol, piscine, type de bâtiment.

Proposition 17.1 : Commutativité du total, non de la répartition

Sous la cascade (17.13), le prix ajusté ne dépend pas de l'ordre dans lequel les groupes sont appliqués :

$$P_j^{\mathrm{aj}} = P_j \exp\Big(\sum_{k=1}^{K} \Delta_{jk} \Big) = P_j \exp\big(\beta^{\mathsf{T}} (\mathbf{x}_s - \mathbf{x}_j)\big). \tag{17.14}$$

En revanche, le montant attribué à chaque étape, A_{jk}, dépend de la base $B_{j,k-1}$ et donc de l'ordre : un même écart de caractéristique reçoit un ajustement en dollars d'autant plus grand qu'il est appliqué tard dans la cascade, si les étapes précédentes ont relevé la base.

Démonstration. Par récurrence sur (17.13), $B_{jK} = P_j \prod_k \exp(\Delta_{jk}) = P_j \exp(\sum_k \Delta_{jk})$, et le produit d'exponentielles est commutatif. La seconde assertion découle de $A_{jk} = B_{j,k-1}[\exp(\Delta_{jk}) - 1]$, où $B_{j,k-1}$ dépend des étapes antérieures ; pour Δ_{jk} fixé, A_{jk} est croissant en $B_{j,k-1}$. □

La proposition a une portée pratique précise. Le total étant invariant, l'ordre conventionnel ne change pas la conclusion ; il change la lecture de la grille, c'est-à-dire la part de l'écart total que l'on impute au temps plutôt qu'à l'âge ou à la superficie. L'ordre conventionnel, qui place le temps en premier, impute à l'ajustement de conditions du marché le montant calculé sur le prix de vente d'origine, ce qui est la lecture naturelle : le marché a progressé sur ce que l'acheteur a effectivement payé. La section 17.6 chiffre l'effet de l'ordre sur la répartition pour le comparable G0404.

17.5.2 L'écart entre les formes

La forme additive (17.1), qui applique tous les effets au prix de vente, et la forme multiplicative (17.2) diffèrent par des termes de second ordre. Pour deux ajustements de proportions a_1 et a_2, le prix ajusté multiplicatif vaut $P(1 + a_1 + a_2 + a_1 a_2)$ et l'additif $P(1 + a_1 + a_2)$; l'écart est $P\, a_1 a_2$, positif si les deux ajustements sont de même signe, négatif s'ils sont de signes contraires. En général,

$$P_{\mathrm{mult}}^{\mathrm{aj}} - P_{\mathrm{add}}^{\mathrm{aj}} = P_j \left[\prod_k (1 + a_{jk}) - 1 - \sum_k a_{jk} \right] = P_j \Big(\sum_{k<l} a_{jk} a_{jl} + \dots \Big), \tag{17.15}$$

une quantité qui reste inférieure au demi pour cent du prix tant que les ajustements individuels ne dépassent pas une dizaine de pour cent, comme la section 17.6 le vérifie, mais qui devient appréciable pour des comparables éloignés du sujet. La forme mixte (17.3) se situe entre les deux. La leçon est double : d'une part, la forme retenue doit être déclarée au dossier, parce qu'elle fait partie du calcul ; d'autre part, l'écart entre les formes est un indicateur de l'éloignement du comparable, au même titre que l'ajustement brut, et un comparable pour lequel les formes divergent de plus d'un pour cent est un comparable trop éloigné.

17.5.3 Indicateurs de qualité et pondération

La grille remplie fournit, pour chaque comparable, l'ajustement brut et l'ajustement net de la définition 17.1 :

$$\text{brut}_j = \frac{\sum_k |A_{jk}|}{P_j}, \qquad \text{net}_j = \frac{\sum_k A_{jk}}{P_j} = \frac{P_j^{\text{aj}} - P_j}{P_j}. \tag{17.16}$$

Le chapitre 16 a établi que les pondérations optimales des comparables sont inversement proportionnelles à leur variance (proposition sur les propriétés de l'indication de valeur) et que l'ajustement brut est le substitut usuel de cette variance, parce que l'incertitude des prix implicites s'ajoute au bruit de transaction en proportion de l'ampleur des ajustements. La règle de pondération correspondante est

$$w_j = \frac{1/\max(\text{brut}_j, b_0)}{\sum_{i=1}^{n} 1/\max(\text{brut}_i, b_0)}, \qquad \hat{V}_s = \sum_{j=1}^{n} w_j \, P_j^{\text{aj}}, \tag{17.17}$$

où le plancher b_0 évite qu'un comparable presque identique au sujet n'écrase tous les autres. Cette règle est une heuristique, non un optimum : elle suppose que l'incertitude croît linéairement avec le brut, ce que Vandell (1991) et Green (1994) ont discuté sans trancher, et elle ignore la corrélation entre comparables. Kummerow et Galfalvy (2002) ont montré empiriquement qu'elle fait mieux que la moyenne simple lorsque les bruts diffèrent nettement, et à peine mieux lorsqu'ils sont voisins. L'ajustement net, lui, ne sert pas à pondérer mais à alerter : un net élevé signale un comparable systématiquement inférieur ou supérieur au sujet, dont le prix ajusté dépend fortement des prix implicites retenus. Les seuils de 25 % pour le brut et de 15 % pour le net, souvent cités, sont des repères d'usage, non des règles ; le chapitre 20 intégrera la dispersion des prix ajustés dans une fourchette de valeur.

17.6 Exemple intégral : la grille des cinq comparables du cas 1

Données synthétiques

Le dossier du cas 1 est synthétique. Les 600 ventes de `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` et le sujet de `cas1_gatineau_sujet.json` ont été générés par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` : le logarithme du prix y est une fonction de la superficie (élasticité 0,55), du terrain (0,10), de l'âge, de la qualité (0,06 par échelon), du garage (0,035), du sous-sol fini (0,03), de la piscine, du type, du secteur et du temps, plus un bruit d'écart-type 0,085. Les cinq comparables sont ceux du chapitre 16 (`traite.cas1.selection`) ; les ajustements sont ceux de `traite.cas1.ajustements_hedoniques`, et les paires de ventes sont construites dans le même jeu. Tous les chiffres de cette section sont reproduits par `analysis/python/cases/ch17_ajustements.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch17.py`. Le marché réel de référence qui a servi à

la calibration est décrit au chapitre 16 ; aucun chiffre ci-dessous ne décrit une propriété réelle.

Exemple 17.1 : Ajustements et valeur par comparaison du cottage de Hull

Le sujet est le cottage à étages de 165 m² sur un terrain de 620 m², construit en 1998, de qualité 3, avec garage simple et sous-sol fini, évalué au 1er septembre 2026 (tableau 16.6). L'exemple procède en sept étapes : estimation des prix implicites, ajustement de conditions du marché, cascade pour un comparable, grille complète, recoupement par ventes appariées, analyse relative, pondération et réconciliation partielle.

Étape 1 : les prix implicites. Le modèle hédonique de référence de l'ouvrage (`traite.cas1.hedonique`, détaillé au chapitre 18) régresse le logarithme du prix des 600 ventes sur seize régresseurs ; il explique 85,3 % de la variance et laisse un écart-type résiduel de 0,083, soit un bruit de transaction d'environ 8,3 % du prix. Les coefficients utiles à la grille sont les suivants, avec leurs erreurs-types robustes : 0,539 (0,013) pour le logarithme de la superficie habitable, 0,094 (0,011) pour celui du terrain, −0,00510 (0,00056) par année d'âge avec un terme quadratique de 0,00264 (0,00064) par centaine d'années au carré, 0,061 (0,004) par échelon de qualité, 0,032 (0,005) par place de garage, 0,022 (0,007) pour le sous-sol fini, 0,026 (0,008) pour la piscine, 0,030 (0,007) pour le type à étages, et 0,00364 (0,00027) par mois. Les cinq comparables étant du secteur de Hull, comme le sujet, et à moins de trois kilomètres du centre, seuil au-delà duquel le modèle fait jouer la distance, l'ajustement de localisation est nul pour chacun : c'est une conséquence de la sélection du chapitre 16, qui a choisi des ventes du même micro-marché, et une limite du modèle, qui ne distingue pas les rues à l'intérieur d'un secteur.

Étape 2 : l'ajustement de conditions du marché. Le coefficient mensuel de 0,00364 correspond à une croissance de 0,364 % par mois, soit 4,46 % par année composée ; la loi de génération du jeu utilisait 4,43 %, et l'écart de trois centièmes de point est l'erreur d'estimation. Pour le comparable G0404, vendu le 27 mai 2025, soit 15,2 mois avant la date d'évaluation, à 506 500 $, le tableau 17.3 compare les écritures de la section 17.3. Le coefficient, le taux composé estimé et le ratio d'un indice à croissance constante donnent le même montant de 28 733 $ (5,67 % du prix), comme l'exige leur équivalence ; le taux de génération de 4,43 % donne 28 558 $, et l'approximation linéaire 27 998 $. Les écarts entre méthodes sont ici inférieurs à 750 $, parce que la durée est courte et la croissance modérée ; ils ne le seraient pas pour une vente de trois ans dans un marché à dix pour cent par année.

Étape 3 : la cascade pour G0404. Le tableau 17.4 et la figure 17.2 déroulent la cascade (17.13) pour G0404, le comparable le plus proche du sujet par les caractéristiques physiques. Après l'ajustement de temps, la base est de 535 233 $. Le sujet est plus grand de 5 m² (165 contre 160), d'où $\Delta = 0{,}539 \ln(165/160) = 0{,}0166$ et un ajustement de 8 953 $; son terrain est plus grand de 82 m², d'où $\Delta = 0{,}094 \ln(620/538) = 0{,}0133$ et 7 279 $; il est plus vieux de cinq ans (28 ans contre 23), d'où un Δ de −0,0187 et un ajustement de −10 242 $. La qualité, le garage, le sous-sol, la piscine et le type sont identiques, et leurs ajustements sont nuls. Le prix ajusté est de 541 222 $, soit un ajustement net de 6,86 %

et un brut de 10,9 % : G0404 est le comparable le moins ajusté des cinq. Appliquée dans l'ordre inverse, la cascade donne le même prix ajusté, mais impute −9 407 $ à l'âge, 6 649 $ au terrain, 8 426 $ à la superficie et 29 054 $ au temps : la répartition a bougé de plusieurs centaines de dollars par ligne, le total d'aucun, conformément à la proposition 17.1.

Étape 4 : la grille complète. Le tableau 17.5 présente les cinq cascades. Les prix ajustés s'établissent à 640 247 $ pour G0574, 541 222 $ pour G0404, 572 793 $ pour G0468, 568 853 $ pour G0477 et 584 862 $ pour G0575 ; leur moyenne est de 581 595 $, leur médiane de 572 793 $ et leur écart-type de 36 471 $, contre 52 528 $ pour les prix bruts : les ajustements ont resserré la distribution, ce qui est leur fonction, sans la rendre étroite. La lecture par comparable est instructive. G0574, le mieux classé par la distance d'attributs du chapitre 16, reçoit les ajustements les plus contrastés : 34 090 $ pour la superficie, 19 988 $ pour le garage, 13 925 $ pour le sous-sol, mais −38 190 $ pour sa qualité supérieure ; son brut atteint 19,8 % alors que son net n'est que de 7,1 %, illustration de ce que le brut mesure et de ce que le net cache. G0468, plus grand et de meilleure qualité que le sujet, est le seul comparable ajusté à la baisse (−51 707 $, net de −8,3 %). G0575, le plus récent et le plus petit en terrain, cumule un ajustement d'âge de −33 052 $ (le sujet a quinze ans de plus) et un ajustement de qualité de +33 549 $ (le sujet est d'un échelon supérieur), qui se compensent presque mais portent son brut à 26,8 %, au-delà du repère d'usage. La figure 17.3 met en regard prix bruts et prix ajustés.

Étape 5 : le recoupement par ventes appariées. Pour vérifier les prix implicites du garage et du sous-sol, des paires ont été construites dans les 600 ventes selon des critères déclarés : même secteur, même type de bâtiment, même qualité, même présence de piscine, autre attribut binaire identique, écart d'exactement une place de garage (ou présence contre absence de sous-sol fini), superficie habitable à 5 % près, âge à cinq ans près, dates de vente à moins de douze mois l'une de l'autre ; le prix de la vente « sans » est ramené à la date de la vente « avec » par le taux mensuel du modèle, seul ajustement préalable. Les critères laissent quinze paires pour le garage et quatorze pour le sous-sol. Le tableau 17.6 et la figure 17.4 donnent les résultats. Pour le garage, la différence moyenne est de 7 991 $ et la médiane de 6 034 $, mais l'écart-type des différences atteint 64 270 $ et l'erreur-type de la moyenne 16 594 $: l'intervalle à 95 % s'étend de −24 500 $ à 40 500 $ et contient le prix implicite hédonique, qui vaut 3,30 % du prix, soit 17 155 $ au prix médian des paires. Pour le sous-sol fini, la différence moyenne est de 23 623 $ (médiane 30 789 $), avec une erreur-type de 6 255 $; le prix implicite hédonique, 2,22 % ou 10 394 $ au prix médian des paires, se situe cette fois à l'extérieur de l'intervalle à 95 %. Les variantes du tableau 17.6 montrent que ces résultats bougent de plusieurs milliers de dollars dès que l'on relâche la fourchette de superficie ou la fenêtre temporelle : avec 7,5 % de superficie et dix-huit mois, les 45 paires de garage donnent une moyenne de 5 956 $ et les 27 paires de sous-sol 16 039 $. Rien de cela n'est anormal : avec un bruit de transaction de 8,3 %, une quinzaine de paires ne peut pas estimer un ajustement de deux ou trois pour cent du prix à mieux que trois ou quatre pour cent près. La méthode des paires confirme le signe et l'ordre de grandeur des deux ajustements ; elle ne permet ni de les préciser, ni de contredire la régression, qui utilise quarante fois plus d'observations. C'est la régression qui est retenue pour la grille, et le dossier consigne les paires comme recoupement.

Étape 6 : l'analyse relative. Le tableau 17.8 traduit chaque ajustement en jugement ordinal. Quatre comparables sont globalement inférieurs au sujet (ajustement net positif) et un, G0468, lui est supérieur. L'encadrement de la section 17.4 place donc la valeur entre le prix le plus élevé des inférieurs, 598 000 $ (G0574), et le prix du supérieur, 624 500 $ (G0468). Or la grille chiffrée conclut en deçà de cet intervalle : la moyenne des prix ajustés est de 581 595 $ et les prix ajustés de G0404, G0477, G0468 et G0575 sont tous inférieurs à 598 000 $. La contradiction n'est pas une erreur de calcul ; elle révèle que l'hypothèse qui fonde l'encadrement, un bruit de transaction faible, n'est pas satisfaite. G0574 s'est vendu 598 000 $ pour une maison que le modèle estime à 594 000 $ environ à sa date ; G0404 s'est vendu 506 500 $ pour une maison que le modèle estime près de 595 000 $ à la sienne. L'encadrement prend ces prix au pied de la lettre ; la grille, elle, ne corrige que les caractéristiques et laisse le bruit dans chaque prix ajusté. La proposition 17.2 ci-dessous explique le phénomène.

Étape 7 : pondération et indication de valeur. Les ajustements bruts sont de 19,8 %, 10,9 %, 17,6 %, 22,4 % et 26,8 % ; les poids de l'équation (17.17) valent 0,179, 0,327, 0,202, 0,159 et 0,133, et G0404 reçoit près du tiers du poids parce qu'il est le moins ajusté. La valeur pondérée est de 575 565 $, contre 581 595 $ pour la moyenne simple et 572 793 $ pour la médiane ; l'étendue des prix ajustés, de 541 222 $ à 640 247 $, représente 17,2 % de la valeur pondérée, et leur écart-type pondéré 33 997 $. L'indication de valeur par la méthode de comparaison, arrondie, est de 575 000 $, dans une fourchette que le chapitre 20 précisera. Elle est à rapprocher de l'indication brute par le prix unitaire du chapitre 16, 551 029 $, qu'elle dépasse de 4,5 % parce que les ajustements de temps, de garage et de sous-sol, tous positifs, l'emportent sur les ajustements de qualité négatifs ; et de la prédiction du modèle hédonique pour le sujet, 637 953 $ avec la correction de retransformation de Duan (1983), dont elle s'écarte de 9,8 %.

Tableau 17.3. Ajustement de conditions du marché du comparable G0404 (506 500 $, vendu 15,2 mois avant la date d'évaluation) selon cinq écritures

Écriture	Paramètre	Ajustement ($)	% du prix
Coefficient mensuel du modèle, équation (17.10) ($\beta_m = 0{,}00364$)	0,364	28 733	5,67
Taux annuel composé estimé, équation (17.9) ($g = 4{,}46\,\%$)	4,459	28 733	5,67
Ratio d'indices à croissance constante, équation (17.8)	1,057	28 733	5,67
Taux annuel composé de la loi de génération ($g = 4{,}43\,\%$)	4,432	28 558	5,64
Approximation linéaire $P\,\beta_m\,m$	0,364	27 998	5,53

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch17_ajustements.py, fonction `temps` ; le paramètre est en % par mois pour les lignes 1 et 5, en % par année pour les lignes 2 et 4, et le ratio $I_{\text{éval}}/I_{\text{vente}}$ pour la ligne 3.

17.7 Pourquoi la grille et le modèle divergent

L'exemple laisse un écart de près de dix pour cent entre la moyenne des prix ajustés (581 595 $) et la prédiction du modèle hédonique pour le sujet (637 953 $), alors que la grille est dérivée de ce même modèle. L'écart n'est ni une erreur ni un paradoxe ; il résulte d'une

Tableau 17.4. Cascade d'ajustements du comparable G0404 vers le sujet, dans l'ordre conventionnel

Étape	Δ_{jk} (log)	Effet (%)	Ajustement ($)	Base après ($)
Prix de vente (27 mai 2025)	—	—	—	506 500
Conditions du marché (15,2 mois)	0,055 2	5,67	28 733	535 233
Localisation (même secteur)	0	0	0	535 233
Superficie habitable (165 c. 160 m^2)	0,016 6	1,67	8 953	544 185
Terrain (620 c. 538 m^2)	0,013 3	1,34	7 279	551 464
Âge (28 c. 23 ans)	−0,018 7	−1,86	−10 242	541 222
Qualité, garage, sous-sol, piscine, type (égaux)	0	0	0	541 222
Prix ajusté	0,066 3	6,86	34 722	541 222

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch17_ajustements.py, fonction `cascade`.

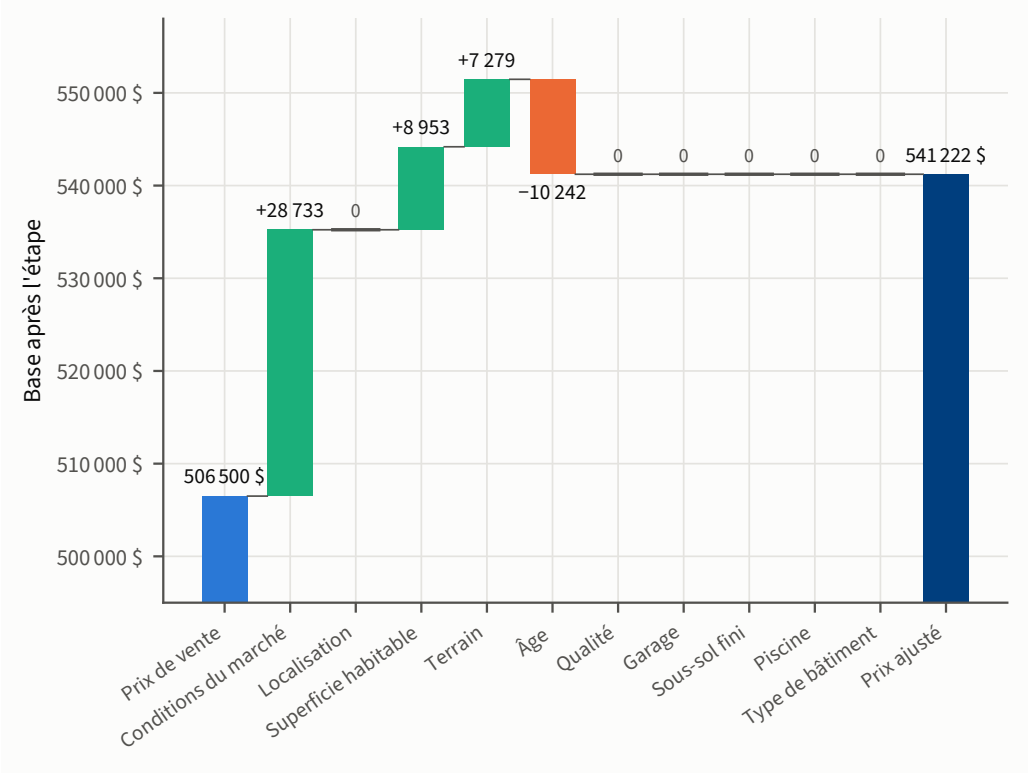


Figure 17.2. Cascade des ajustements du comparable G0404 : chaque barre part de la base laissée par l'étape précédente ; les ajustements positifs (vert) relèvent la base, l'ajustement d'âge (orange) l'abaisse, et six étapes sont nulles parce que les caractéristiques sont identiques. Le prix ajusté de 541 222 $ est le total de la cascade, indépendant de l'ordre des étapes.

Source : [données synthétiques] script analysis/python/figures/ch17_figures.py, graine 20261031.

Tableau 17.5. Grille complète des ajustements des cinq comparables du cas 1 (cascade hédonique, ordre conventionnel, montants en dollars)

Élément de comparaison	G0574	G0404	G0468	G0477	G0575
Prix de vente	598 000	506 500	624 500	538 000	513 500
Date de vente	2026-06-22	2025-05-27	2025-09-27	2025-11-02	2026-06-23
Ajustement de transaction (en %, sur le prix)					
Conditions du marché (0,364 %/mois)	5 092	28 733	25 803	19 826	4 311
Ajustements de propriété (en dollars, cascade sur la base ajustée)					
Localisation	0	0	0	0	0
Superficie habitable	34 090	8 953	−42 430	38 028	15 896
Terrain	2 764	7 279	3 220	17 901	31 993
Âge	4 578	−10 242	−2 223	−9 072	−33 052
Qualité	−38 190	0	−36 078	−35 829	33 549
Garage	19 988	0	0	0	18 665
Sous-sol fini	13 925	0	0	0	0
Piscine ; type de bâtiment	0	0	0	0	0
Prix ajusté	640 247	541 222	572 793	568 853	584 862
Ajustement net (%)	+7,1	+6,9	−8,3	+5,7	+13,9
Ajustement brut (%)	19,8	10,9	17,6	22,4	26,8
Poids (inverse du brut)	0,179	0,327	0,202	0,159	0,133
Résidu du modèle à la vente (%)	+0,7	−14,9	−9,9	−10,5	−8,0

Source : [données synthétiques] `traite.cas1.ajustements_hedoniques`, reproduit par analysis/python/cases/ch17_ajustements.py ; moyenne des prix ajustés 581 595 $, médiane 572 793 $, valeur pondérée 575 565 $.

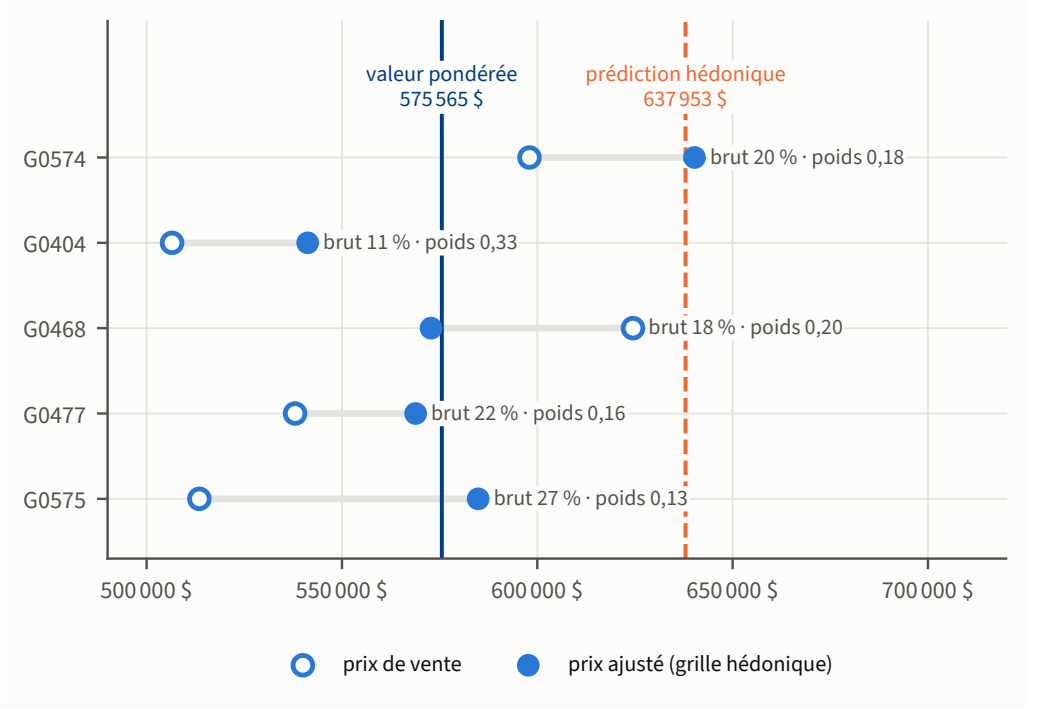


FIGURE 17.3. Prix de vente (cercles vides) et prix ajustés (cercles pleins) des cinq comparables, avec l'ajustement brut et le poids de chacun ; la ligne pleine marque la valeur pondérée (575 565 $), la ligne tiretée la prédiction du modèle hédonique pour le sujet (637 953 $). Quatre comparables sont ajustés à la hausse, un à la baisse ; tous les prix ajustés sauf celui de G0574 restent sous la prédiction hédonique.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script analysis/python/figures/ch17_figures.py, graine 20261031.

Tableau 17.6. Ventes appariées pour le garage et le sous-sol fini : résultats selon les critères de pairage, et prix implicites hédoniques correspondants

Élément	Sup. (± %)	Âge (± ans)	Dates (mois)	n	Moy. ($)	Méd. ($)	É.-t. ($)	E.-t. moy. ($)
Garage (retenu)	5,0	5	12	15	7 991	6 034	64 270	16 594
Garage	5,0	5	6	9	6 052	6 034	61 147	20 382
Garage	5,0	5	18	23	3 793	2 501	62 246	12 979
Garage	7,5	5	12	23	21 494	44 659	58 908	12 283
Garage	5,0	7	12	22	−2 555	11 915	68 210	14 542
Garage	7,5	7	18	45	5 956	10 389	61 611	9 184
Sous-sol fini (retenu)	5,0	5	12	14	23 623	30 789	23 402	6 255
Sous-sol fini	5,0	5	6	6	25 486	30 789	28 063	11 457
Sous-sol fini	5,0	5	18	18	13 784	25 165	34 423	8 114
Sous-sol fini	7,5	5	12	18	7 976	17 903	38 122	8 985
Sous-sol fini	5,0	7	12	17	37 253	35 153	49 194	11 931
Sous-sol fini	7,5	7	18	27	16 039	29 331	54 539	10 496

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch17_ajustements.py, fonctions `pairES` et `variantes_paires` ; « retenu » : critères déclarés dans le texte ; É.-t. : écart-type des différences ; E.-t. moy. : erreur-type de la moyenne ; prix implicites hédoniques : garage 3,30 % du prix, soit 17 155 $ au prix médian des paires (520 388 $) ; sous-sol fini 2,22 %, soit 10 394 $ au prix médian des paires (467 529 $). Les différences sont calculées après alignement des dates par le taux mensuel du modèle.

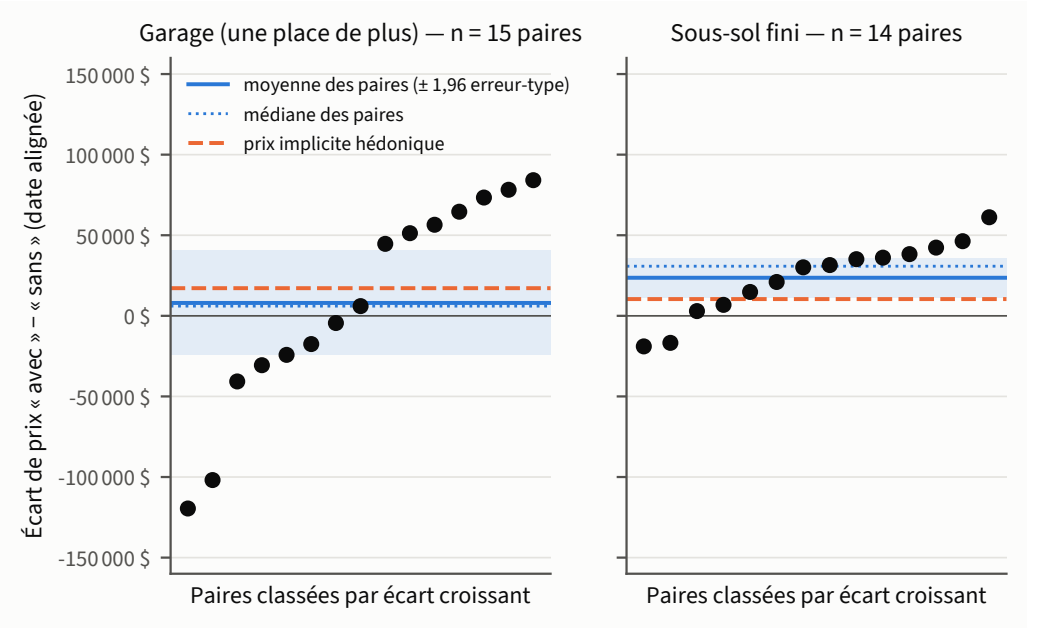


Figure 17.4. Dispersion des différences de prix des paires de ventes (critères retenus), pour le garage et le sous-sol fini : chaque point est une paire, la bande est l'intervalle à 95 % autour de la moyenne, la ligne tiretée le prix implicite hédonique. Pour le garage, les différences vont de −120 000 $ à +84 000 $: le bruit de transaction domine l'ajustement recherché.

Source : [données synthétiques] script analysis/python/figures/ch17_figures.py, graine 20261031.

Tableau 17.7. Trois lectures des coefficients de variables indicatrices du modèle du cas 1 : naïve ($\hat{\beta}$), Halvorsen–Palmquist et Kennedy (en %)

Variable	$\hat{\beta}$	Erreur-type	Naïve	Halvorsen–Palmquist	Kennedy
Garage (par place)	0,032 43	0,005 01	3,24	3,30	3,29
Sous-sol fini	0,021 99	0,006 92	2,20	2,22	2,22
Piscine	0,026 33	0,008 45	2,63	2,67	2,67
Bâtiment à étages	0,030 11	0,006 87	3,01	3,06	3,05
Secteur Aylmer	0,085 42	0,023 14	8,54	8,92	8,89
Secteur Gatineau	−0,022 30	0,014 63	−2,23	−2,21	−2,22
Secteur Buckingham	−0,250 36	0,071 77	−25,04	−22,15	−22,35
Secteur Masson-Angers	−0,263 14	0,067 18	−26,31	−23,14	−23,31

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch17_ajustements.py, fonction `hp_kennedy` ; référence : secteur de Hull, plain-pied. Erreurs-types robustes (HC1).

Tableau 17.8. Analyse relative des cinq comparables : position de chaque comparable par rapport au sujet, élément par élément, et encadrement

Élément	G0574	G0404	G0468	G0477	G0575
Conditions du marché (ancienneté)	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.
Localisation	égal	égal	égal	égal	égal
Superficie habitable	inf.	inf.	sup.	inf.	inf.
Terrain	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.
Âge	inf.	sup.	sup.	sup.	sup.
Qualité	sup.	égal	sup.	sup.	inf.
Garage	inf.	égal	égal	égal	inf.
Sous-sol fini	inf.	égal	égal	égal	égal
Position d'ensemble (signe du net)	inférieur	inférieur	supérieur	inférieur	inférieur
Prix de vente ($)	598 000	506 500	624 500	538 000	513 500

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch17_ajustements.py, fonctions `analyse_qualitative` et `encadrement` ; « inf. » : le comparable est inférieur au sujet (ajustement positif). Encadrement : de 598 000 $ (plus cher des inférieurs) à 624 500 $ (seul supérieur).

identité qu'il vaut la peine d'établir, parce qu'elle éclaire ce que la méthode de comparaison mesure réellement.

Proposition 17.2 : Prix ajustés et résidus des comparables

Soit $\ln P_j = \mathbf{x}_j^\top \hat{\beta} + \hat{e}_j$ la décomposition du prix du comparable j en valeur ajustée du modèle et résidu. Sous la cascade hédonique (17.14), le prix ajusté du comparable est la prédiction ponctuelle du modèle pour le sujet multipliée par le facteur résiduel du comparable :

$$P_j^{\text{aj}} = \exp(\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta})\, \exp(\hat{e}_j), \qquad \text{d'où} \qquad \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} P_j^{\text{aj}} = \exp(\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta}) \cdot \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} \exp(\hat{e}_j). \tag{17.18}$$

La moyenne des prix ajustés diffère de la prédiction ponctuelle par la moyenne des facteurs résiduels des comparables retenus, et de la prédiction corrigée de Duan (Duan 1983) par le rapport entre cette moyenne et la moyenne des facteurs résiduels de tout l'échantillon.

Démonstration. Par (17.14), $P_j^{\text{aj}} = P_j \exp(\hat{\beta}^\top(\mathbf{x}_s - \mathbf{x}_j))$. En substituant $P_j = \exp(\mathbf{x}_j^\top \hat{\beta} + \hat{e}_j)$, les termes en $\mathbf{x}_j$ s'annulent et il reste $\exp(\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta} + \hat{e}_j)$. La moyenne s'obtient en factorisant le terme commun. La correction de Duan multiplie la prédiction ponctuelle par $\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \exp(\hat{e}_i)$ sur les N ventes de l'échantillon, d'où la dernière assertion. □

Sur le cas 1, la prédiction ponctuelle est de 635 821 $ et la correction de Duan, égale à la moyenne de $\exp(\hat{e}_i)$ sur les 600 ventes, vaut 1,0034, d'où 637 953 $. Les résidus des cinq comparables, eux, valent +0,007, −0,161, −0,104, −0,111 et −0,084 en logarithme : quatre des cinq se sont vendus nettement moins cher que ce que le modèle prédit pour leurs caractéristiques, et la moyenne de $\exp(\hat{e}_j) - 1$ sur les cinq est de −8,5 %. La dernière ligne du tableau 17.5 donne ces résidus, et l'identité (17.18) se vérifie au dollar près : $635\,821 \times \exp(0{,}0069) = 640\,247$ pour G0574, $635\,821 \times \exp(-0{,}1611) = 541\,222$ pour G0404.

Deux leçons s'en dégagent. La première est que la méthode de comparaison, même outillée d'une grille hédonique, n'estime pas la même chose que le modèle. Le modèle estime l'espérance conditionnelle du prix définie au chapitre 16 à partir de 600 ventes ; la grille l'estime à partir de cinq, et elle conserve dans chaque prix ajusté le bruit de transaction du comparable. Si les cinq comparables avaient été tirés au hasard parmi les ventes semblables, leurs résidus seraient centrés sur zéro et la moyenne des prix ajustés serait proche de la prédiction. Ils ne l'ont pas été : la sélection du chapitre 16 a retenu les ventes les plus proches du sujet par leurs *attributs*, sans regarder les prix, et il se trouve, dans cet échantillon synthétique, que ces ventes-là ont des résidus négatifs. Il n'y a là aucun biais de la procédure, puisque la sélection par attributs est indépendante des résidus en espérance ; il y a la variance d'une moyenne de cinq bruits de 8,3 % chacun, soit un écart-type d'environ 3,7 %, dont l'écart observé de 8,5 % est une réalisation à deux écarts-types. C'est exactement l'arbitrage biais–variance du nombre optimal de comparables établi au chapitre 16 : peu de comparables très proches, et une estimation bruitée ; beaucoup de comparables régressés, et une estimation précise mais dépendante de la spécification.

La seconde leçon concerne la réconciliation. Lorsque la comparaison et le modèle hé-

donique divergent de la sorte, l'évaluateur dispose de deux lectures défendables. Ou bien les cinq comparables, vérifiés un à un, révèlent une information que le modèle ignore : un micro-marché local moins cher que le reste du secteur de Hull, une rue moins recherchée, un état des bâtiments inférieur à ce que l'âge et la qualité codée laissent croire ; les résidus négatifs sont alors un signal et l'indication par comparaison est la bonne. Ou bien les comparables se sont simplement vendus à des prix bas par les aléas de la négociation, et le modèle, qui lisse ces aléas sur 600 ventes, est plus près de la valeur. Dans un jeu synthétique, on sait que la seconde lecture est la vraie, puisque le bruit a été généré indépendamment de toute caractéristique ; dans un dossier réel, on ne le sait pas, et c'est l'objet du chapitre 20 que de combiner les deux indications en tenant compte de leur incertitude respective, et d'examiner si le bootstrap des comparables et l'élargissement de l'échantillon rapprochent les deux lectures. Le présent chapitre se borne à livrer l'indication par comparaison, 575 565 $ pondérée, avec son étendue de 17,2 % et la connaissance de ce qui la sépare du modèle.

17.8 Sensibilité et incertitude des ajustements

Les ajustements d'une grille reposent sur des prix implicites estimés, non connus. L'analyse de sensibilité consiste à faire varier chaque prix implicite dans un intervalle plausible et à mesurer l'effet sur la valeur pondérée ; elle dit quels ajustements méritent le plus de soin, et elle prépare la fourchette du chapitre 20. Le tableau 17.9 et la figure 17.5 présentent trois familles de variantes : les coefficients de chaque groupe déplacés de plus ou moins 1,96 erreur-type, qui mesurent l'incertitude d'estimation ; le taux de croissance du marché imposé à 3 % ou 6 % par année, qui mesure l'incertitude du choix de l'indice ; et l'omission pure et simple d'un ajustement, qui mesure ce que coûterait l'oubli d'un élément de comparaison.

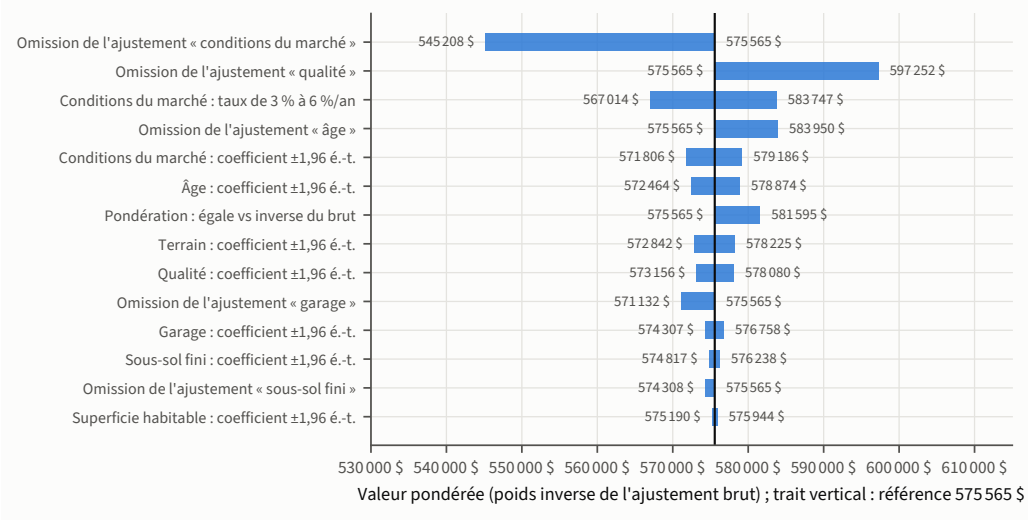


FIGURE 17.5. Diagramme en tornade de la valeur pondérée : chaque barre donne l'intervalle parcouru par la valeur lorsqu'un seul élément varie, les autres restant à leur valeur de référence. L'omission de l'ajustement de temps et celle de l'ajustement de qualité dominent ; l'incertitude d'estimation des coefficients, prise un à un, déplace la valeur de moins de 8 000 $.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script analysis/python/figures/ch17_figures.py, graine 20261031.

Tableau 17.9. Sensibilité de la valeur pondérée (poids inverse du brut, référence 575 565 $) à l'incertitude des prix implicites, au taux de croissance du marché et à l'omission d'un ajustement

Variante	Borne basse ($)	Borne haute ($)	Étendue ($)
Coefficients déplacés de $\pm 1{,}96$ *erreur-type*			
Conditions du marché (tendance mensuelle)	571 806	579 186	7 380
Superficie habitable	575 190	575 944	754
Terrain	572 842	578 225	5 383
Âge (deux coefficients)	572 464	578 874	6 409
Qualité	573 156	578 080	4 923
Garage	574 307	576 758	2 451
Sous-sol fini	574 817	576 238	1 421
Choix de l'indice et de la pondération			
Croissance du marché imposée : 3 % à 6 % par année	567 014	583 747	16 734
Pondération égale plutôt qu'inverse du brut	575 565	581 595	6 030
Omission d'un ajustement (valeur obtenue contre référence)			
Omission des conditions du marché	545 208	575 565	30 357
Omission de la qualité	575 565	597 252	21 687
Omission de l'âge	575 565	583 950	8 385
Omission du garage	571 132	575 565	4 433
Omission du sous-sol fini	574 308	575 565	1 257

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch17_ajustements.py, fonction `sensibilite`.

Trois observations ressortent. La première est que l'incertitude d'estimation des prix implicites, prise coefficient par coefficient, est modeste : aucun groupe ne déplace la valeur pondérée de plus de 7 400 $, soit 1,3 %, et la superficie, pourtant l'ajustement le plus grand en valeur absolue, n'en déplace que 750 $, parce que son coefficient est estimé avec une précision relative de 2,4 % et que les écarts de superficie ont été bornés par la sélection. C'est le dividende d'un modèle estimé sur 600 ventes ; avec des prix implicites tirés d'une quinzaine de paires, les intervalles seraient dix fois plus larges. La deuxième observation est que le choix de l'indice temporel pèse plus que l'erreur d'estimation de la tendance : entre 3 % et 6 % par année, la valeur parcourt 16 734 $, parce que trois des cinq comparables ont plus de dix mois d'ancienneté. Dans un dossier réel, où l'indice doit être choisi parmi des sources imparfaites, c'est là que loge la plus grande part de l'incertitude des ajustements de transaction. La troisième observation est que l'omission d'un ajustement coûte beaucoup plus que son imprécision : oublier le temps abaisse la valeur de 30 357 $, oublier la qualité la relève de 21 687 $, et ces deux erreurs sont systématiques, non aléatoires. L'ajustement de qualité, qui repose sur une cote subjective de 1 à 5, est le plus exposé à une erreur de codage d'un échelon sur un comparable ; un tel écart vaut environ 6 % du prix du comparable concerné, soit un cinquième de son poids dans la valeur pondérée. L'inspection des comparables, au moins depuis la rue et par les photos de l'historique de courtage, est donc une étape du calcul des ajustements, non une formalité.

En pratique

Un dossier d'ajustements défendable comporte, pour chaque élément de comparaison, la méthode d'extraction, les données utilisées, le prix implicite retenu et son incertitude ; pour l'ajustement de temps, l'indice ou le taux, sa source, sa période et la date de promesse d'achat de chaque comparable ; la grille complète avec les ajustements brut et net ; les poids et leur règle ; et l'analyse de sensibilité aux prix implicites les plus incertains. Lorsqu'un ajustement provient d'une régression, les coefficients, leurs erreurs-types et l'ajustement du modèle sont annexés ; lorsqu'il provient de paires, les paires sont listées avec leurs critères. Les Normes de pratique professionnelle exigent que le rapport permette au lecteur de suivre le raisonnement (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; une grille dont les ajustements ne sont pas sourcés ne satisfait pas cette exigence, quelle que soit la justesse de la conclusion.

Erreurs fréquentes

- Ajuster le sujet vers le comparable, ou inverser le signe : l'ajustement est positif lorsque le *sujet* est supérieur au comparable. Une grille où les comparables de qualité supérieure sont ajustés à la hausse est fausse en bloc.
- Additionner des pourcentages séquentiels, ou appliquer les ajustements de propriété en dollars sur le prix non actualisé : les ajustements de transaction se composent, et les prix implicites tirés du marché actuel s'appliquent à une base actualisée.
- Lire un coefficient de variable indicatrice en logarithme comme un pourcentage : pour les écarts de secteur, l'erreur atteint trois points ; appliquer la équation (17.11) et, si l'erreur-type est grande, la équation (17.12).

- Compter deux fois une même différence : superficie et nombre de pièces, âge et état, terrain et localisation se recoupent ; la grille ne doit contenir qu'un ajustement par source de différence, et le modèle qui fournit les prix implicites doit avoir été spécifié en conséquence.
- Mesurer l'ancienneté d'une vente depuis la date de l'acte notarié plutôt que depuis la promesse d'achat, ce qui sous-estime l'ajustement de temps dans un marché haussier.
- Tirer un ajustement de deux ou trois paires sans aligner les dates ni déclarer les critères, et le présenter au dollar près : la figure 17.4 montre ce que vaut une paire isolée.
- Prendre l'encadrement de l'analyse relative pour une preuve : il suppose que les prix des comparables sont exempts de bruit, et la section 17.7 montre qu'il peut exclure la bonne réponse.
- Croire que la grille et la régression, parce qu'elles partagent les mêmes prix implicites, doivent conclure au même montant : la proposition 17.2 établit qu'elles diffèrent par les résidus des comparables, et qu'il faut l'expliquer plutôt que le masquer.

Limites et mises en garde

- Les chiffres de l'exemple proviennent d'un jeu synthétique dont les lois sont déclarées ; les prix implicites estimés y sont proches des lois de génération par construction, et l'écart entre la grille et le modèle y est, en connaissance de cause, du bruit. Sur un marché réel, la même divergence peut traduire une information locale, et le chapitre ne prétend pas trancher.
- Les ajustements de la grille et la prédiction hédonique sont tirés du même modèle ; les deux indications ne sont donc pas indépendantes, et le chapitre 20 ne peut pas les combiner comme deux mesures indépendantes.
- L'ajustement de localisation est nul parce que le modèle ne distingue pas les emplacements à l'intérieur d'un secteur ; un modèle spatial (chapitre 19) ou un ajustement de voisinage par jugement serait nécessaire dans un dossier réel.
- Les méthodes du coût déprécié et de la capitalisation d'une différence de loyer sont présentées sans application chiffrée ; leurs composantes relèvent des chapitres 24 et 29.
- Les paires de ventes sont peu nombreuses et dépendent des critères de pairage ; leurs résultats sont des recoupements, non des mesures.
- Les seuils de 25 % (brut) et 15 % (net), la règle de pondération inverse du brut et l'ordre conventionnel des ajustements sont des pratiques courantes documentées dans les manuels professionnels, non des exigences normatives ; les Normes de pratique professionnelle n'imposent aucune forme de grille. La variance d'une somme de bruits indépendants utilisée à la section 17.7 suppose des résidus non corrélés entre comparables voisins, hypothèse que le chapitre 19 remet en question.

À retenir

- Un ajustement est le produit d'un prix implicite par un écart de caractéristique, appliqué au comparable, positif lorsque le sujet est supérieur. La convention de l'ouvrage applique les ajustements de transaction en pourcentage et en séquence, puis les ajustements de propriété en dollars.
- La cascade dérivée d'un modèle en logarithme a un total indépendant de l'ordre des étapes, $P_j \exp(\beta^{\mathsf{T}}(\mathbf{x}_s - \mathbf{x}_j))$; l'ordre ne change que la répartition. Les formes additive, multiplicative et mixte diffèrent par des termes de second ordre, inférieurs au demi pour cent pour des comparables bien choisis.
- Les paires de ventes établissent le signe et l'ordre de grandeur d'un ajustement, rarement son montant : la variance d'une différence est le double de celle d'un prix. La régression, qui utilise toutes les ventes, est plus précise mais dépend de la spécification ; le coût déprécié et la capitalisation d'un loyer servent de bornes et de recoupements.
- L'ajustement de temps court de la promesse d'achat à la date d'évaluation ; coefficient, taux composé et ratio d'indices sont équivalents à croissance constante ; le choix de l'indice pèse plus que l'erreur d'estimation. Un coefficient d'indicatrice en logarithme se lit $\exp(\beta) - 1$, corrigé de Kennedy si l'erreur-type est grande.
- Pour le cas 1, les prix ajustés sont de 640 247, 541 222, 572 793, 568 853 et 584 862 $; la valeur pondérée par l'inverse du brut est de 575 565 $, la moyenne de 581 595 $, l'étendue de 17,2 %.
- La moyenne des prix ajustés égale la prédiction ponctuelle du modèle multipliée par la moyenne des facteurs résiduels des comparables ; l'écart de −8,5 % du cas 1 est le bruit de cinq transactions sélectionnées par leurs attributs, et sa réconciliation avec la prédiction hédonique relève du chapitre 20.
- L'omission d'un ajustement coûte plus que son imprécision ; le temps et la qualité sont, sur ce dossier, les deux ajustements qui méritent le plus de soin.

Exercices

Exercice 17.1 — Grille additive, brut et net ★

Un comparable vendu 540 000 $ reçoit les ajustements suivants vers le sujet : conditions du marché +18 000 $, superficie −12 500 $, garage +15 000 $, sous-sol −9 000 $, qualité nulle. Calculez le prix ajusté sous la forme additive, l'ajustement brut et l'ajustement net en pourcentage du prix. Dites, pour chaque ajustement, si le sujet est supérieur ou inférieur au comparable sur l'élément considéré, et expliquez pourquoi un brut de 10 % avec un net de 2 % n'a pas la même signification qu'un brut de 10 % avec un net de 10 %.

Exercice 17.2 — Trois écritures de l'ajustement de temps ★

Le comparable G0404 s'est vendu 506 500 $ 15,2 mois avant la date d'évaluation. Calculez l'ajustement de conditions du marché (a) par taux annuel composé de 4,43 %, (b) par ratio d'indices si l'indice du segment valait 131,2 à la vente et 138,7 à la date d'évaluation, (c) par l'approximation linéaire avec une tendance de 0,364 % par mois. Expliquez pourquoi (b) diffère de (a) et pourquoi (c) est toujours inférieur à l'écriture composée correspondante.

Exercice 17.3 — Ventes appariées ★★

Six paires de maisons ne différant que par la présence d'un garage double ont été relevées (prix avec, prix sans, dates déjà alignées) : (612 000, 590 000), (548 000, 541 000), (589 500, 562 000), (571 000, 570 500), (603 000, 578 000), (557 500, 549 000). Calculez la différence moyenne, la médiane, l'écart-type des différences et l'erreur-type de la moyenne selon l'équation (17.4), puis l'intervalle à 95 %. Un modèle hédonique estimé sur le même marché donne un prix implicite de 3,3 % du prix pour le garage ; au prix médian des paires, ce prix implicite est-il compatible avec les paires ? Combien de paires faudrait-il pour ramener l'erreur-type à 2 000 $, si l'écart-type des différences restait le même ?

Exercice 17.4 — Halvorsen–Palmquist et Kennedy ★★

Dans un modèle semi-logarithmique, le coefficient d'une indicatrice « bord de l'eau » est estimé à 0,045 avec une erreur-type de 0,020, et celui d'une indicatrice de secteur à −0,25 avec une erreur-type de 0,08. Pour chacun, calculez l'effet en pourcentage selon la lecture naïve, selon l'équation (17.11) et selon l'équation (17.12). Traduisez les écarts en dollars pour un comparable de 600 000 $ et dites dans quel cas la correction compte.

Exercice 17.5 — Additif, multiplicatif, mixte ★★

Un comparable vendu 500 000 $ exige trois ajustements : conditions du marché +6 %, superficie +4 %, qualité −5 % (effets en proportion de la base courante). Calculez le prix ajusté sous les formes multiplicative (17.2), additive (17.1) (tous les effets appliqués au prix de vente) et mixte (17.3) (temps en cascade, puis superficie et qualité en dollars calculés sur la base actualisée). Vérifiez l'équation (17.15) en calculant explicitement les termes de second et de troisième ordre, et indiquez laquelle des trois formes est l'analogue exact d'un modèle en logarithme.

Exercice 17.6 — Pondération inverse du brut et réconciliation ★★★

Trois comparables ont les prix et ajustements suivants : A, 600 000 $, ajustements +30 000 et −60 000 ; B, 520 000 $, ajustements +26 000 et +13 000 ; C, 575 000 $, ajustements −23 000, +46 000 et +23 000. Calculez les prix ajustés, les ajustements bruts et nets, les poids de l'équation (17.17) (plancher 1 %), la valeur pondérée et la moyenne simple, à l'aide des fonctions `poids_inverse_brut` et `reconciliation` de `traite.comparables` ou à la main. Expliquez pourquoi A et C, dont les nets sont de signes opposés, reçoivent des poids voisins, et discutez la pertinence de la règle lorsque le comparable le moins ajusté est aussi celui dont la vente est la plus ancienne.

Exercice 17.7 — Remplacer les prix implicites par les paires ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch17_ajustements.py`, remplacez dans la grille du tableau 17.5 l'ajustement de garage de Go574 et de Go575 par la différence moyenne des quinze paires de garage (7 991 $) et l'ajustement de sous-sol de Go574 par celle des quatorze paires de sous-sol (23 623 $). Recalculez les prix ajustés, la moyenne, les bruts, les poids et la valeur pondérée. L'écart avec la prédiction hédonique s'est-il réduit ? À l'aide de la proposition 17.2, expliquez pourquoi aucun changement des prix implicites du garage et du sous-sol ne peut combler cet écart, et proposez deux vérifications de terrain qui permettraient de trancher entre les deux lectures de la section 17.7.

Pour aller plus loin

Le traitement de référence des ajustements dans la pratique nord-américaine reste celui de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026), dont l'édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) adapte les exemples, et le glossaire de Appraisal Institute (2022) fixe le vocabulaire des ajustements de transaction et de propriété. Les fondements analytiques de la grille sont posés par Colwell et al. (1983), qui relient les formes additive et multiplicative aux spécifications hédoniques, et par Isakson (2002), qui en donne l'algèbre linéaire et les conditions d'identification ; Pace (1998b) montre comment estimer conjointement les ajustements et les pondérations, et Pace (1998a) comment dériver des ajustements non linéaires par des modèles additifs généralisés. Sur la lecture des coefficients de variables indicatrices, Halvorsen et Palmquist (1980) et Kennedy (1981) sont les deux notes fondatrices ; sur le choix de la forme fonctionnelle et ses conséquences pour les prix implicites, Cropper et al. (1988) et la revue de Malpezzi (2003) ; sur les signes et les ordres de grandeur typiques des prix implicites dans la littérature hédonique, les recensions de Sirmans et al. (2005) et de Khoshnoud et al. (2023). La pondération des comparables et son lien avec la variance sont traités par Vandell (1991), Green (1994) et Kummerow et Galfalvy (2002), déjà rencontrés au chapitre 16. Sur les biais de jugement qui menacent l'analyse qualitative et la réconciliation, on lira Northcraft et Neale (1987) et Diaz (1997). Pour l'inférence robuste qui fournit les erreurs-types utilisées dans l'analyse de sensibilité, Wooldridge (2010) ; pour les applications québécoises des prix implicites de localisation et d'accessibilité,

Des Rosiers et al. (2000) et Dubé et Legros (2014), qui préparent le chapitre 19.

CHAPITRE 18

18

Modèles hédoniques

Les deux chapitres précédents ont posé la méthode de comparaison comme l'estimation d'une espérance conditionnelle à partir de quelques ventes voisines du sujet, corrigées de leurs différences par des ajustements. Chaque ajustement suppose connu le *prix implicite* d'une caractéristique, c'est-à-dire ce que le marché paie, toutes choses égales par ailleurs, pour un mètre carré de plus, une place de garage ou un secteur mieux coté. Le modèle hédonique est l'outil qui estime ces prix implicites de façon simultanée, sur des centaines ou des milliers de ventes, en décomposant le prix d'un immeuble en la somme des contributions de ses attributs. Le présent chapitre en expose le fondement économique, dû à Lancaster et à Rosen, sa spécification, son estimation par les moindres carrés, ses diagnostics et son emploi en évaluation : prix implicites pour alimenter la grille du chapitre 17, prédiction directe de la valeur d'un sujet avec son intervalle, et modèles d'évaluation de masse pour le rôle foncier du chapitre 9. L'exemple intégral estime le modèle de référence de l'ouvrage sur les 600 ventes synthétiques du cas 1 ; comme les lois qui ont engendré ces ventes sont connues, le lecteur peut vérifier que le modèle retrouve bien ce qu'il est censé mesurer, ce qu'aucune donnée réelle ne permet jamais. Les extensions spatiales et temporelles sont réservées au chapitre 19, les indices au chapitre 35, l'apprentissage automatique au chapitre 37 et les intervalles bayésiens au chapitre 39.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- expliquer pourquoi la fonction de prix hédonique est une enveloppe d'enchères et d'offres, ce que ses dérivées mesurent et pourquoi l'évaluateur n'a pas besoin du second stade de Rosen ;
- choisir une forme fonctionnelle (linéaire, semi-logarithmique, log-log, Box–Cox), en interpréter les coefficients et convertir correctement les coefficients d'indicatrices en pourcentages ;
- estimer un modèle hédonique par les moindres carrés avec des erreurs-types robustes, et conduire les diagnostics d'hétéroscédasticité, de normalité, de colinéarité, d'influence et d'autocorrélation spatiale ;
- dériver les prix implicites en dollars au sujet et les relier aux ajustements de la grille

de comparaison ;
- produire une prédiction en niveau corrigée du biais de retransformation et son intervalle de prédiction, et en lire la largeur ;
- mesurer la qualité d'un modèle d'évaluation de masse par les statistiques de ratio (COD, PRD, PRB) et situer ces résultats par rapport aux normes de l'IAAO et au cadre québécois de la proportion médiane.

18.1 Fondements : des caractéristiques aux prix implicites

18.1.1 Une méthode plus ancienne qu'il n'y paraît

L'idée de décomposer le prix d'un bien hétérogène en contributions de ses caractéristiques est née hors de l'immobilier. Court (1939), économiste chez General Motors, l'a utilisée pour construire un indice de prix des automobiles corrigé des changements de qualité, et c'est lui qui a forgé le terme « hédonique » ; Goodman (1998) a retracé cette genèse. Griliches (1961) a ressuscité la méthode vingt ans plus tard, toujours pour l'automobile, puis l'a systématisée (Griliches 1971), et elle s'est transférée au logement dans les années 1960 et 1970, où elle est devenue l'instrument standard pour mesurer la valeur des attributs du logement et de son environnement. Les revues de Sheppard (1999) et de Malpezzi (2003) font le point sur ses fondements et ses applications ; celles de Sirmans et al. (2005) et de Khoshnoud et al. (2023) recensent plusieurs centaines d'études et les signes et ordres de grandeur typiques des coefficients.

Le fondement théorique est venu après la pratique. Lancaster (1966) a proposé que l'utilité d'un consommateur ne porte pas sur les biens eux-mêmes, mais sur les caractéristiques qu'ils contiennent ; un logement est alors un panier de superficie, d'âge, de qualité, d'accessibilité et de voisinage. Rosen (1974) a fourni le modèle d'équilibre qui relie ce panier au prix observé et qui donne aux coefficients d'une régression hédonique une interprétation économique précise.

18.1.2 L'équilibre hédonique de Rosen

Soit $\mathbf{z} = (z_1, \dots, z_K)$ le vecteur des caractéristiques d'un logement et $P(\mathbf{z})$ la **fonction de prix hédonique**, qui donne le prix de marché d'un logement en fonction de ses caractéristiques. Cette fonction n'est pas choisie par un agent : elle est le résultat de l'équilibre entre des acheteurs hétérogènes et des vendeurs hétérogènes, et c'est ce qui la rend observable. Du côté des acheteurs, un ménage de revenu y et de goûts α qui consomme un logement $\mathbf{z}$ et un bien composite x au prix unitaire maximise $U(x, \mathbf{z}; \alpha)$ sous la contrainte $y = x + P(\mathbf{z})$. Sa **fonction d'enchère** (en anglais *bid function*) $\theta(\mathbf{z}; u, y, \alpha)$ est le montant maximal qu'il accepterait de payer pour le logement $\mathbf{z}$ tout en conservant le niveau d'utilité u ; elle est définie implicitement par $U(y - \theta, \mathbf{z}; \alpha) = u$. À l'optimum, le ménage choisit le logement où sa courbe d'enchère est tangente à la fonction de prix :

$$\frac{\partial P(\mathbf{z})}{\partial z_k} = \frac{\partial \theta(\mathbf{z}; u, y, \alpha)}{\partial z_k} = \frac{\partial U / \partial z_k}{\partial U / \partial x}, \qquad k = 1, \dots, K. \tag{18.1}$$

La dérivée partielle de la fonction de prix par rapport à la caractéristique k est égale, pour le ménage qui occupe effectivement ce logement, à son taux marginal de substitution entre

cette caractéristique et le bien composite, c'est-à-dire à sa disposition marginale à payer. Du côté des vendeurs ou des constructeurs, un raisonnement symétrique conduit à des fonctions d'offre tangentes à $P(\mathbf{z})$ par en dessous. La fonction de prix est l'*enveloppe* de toutes ces courbes d'enchère et d'offre ; en chaque point, elle touche l'enchère d'un type d'acheteur et l'offre d'un type de vendeur.

Définition 18.1 : Prix implicite

Le **prix implicite** (ou prix hédonique) de la caractéristique k au point $\mathbf{z}$ est la dérivée partielle $p_k(\mathbf{z}) = \partial P(\mathbf{z})/\partial z_k$ de la fonction de prix hédonique. Il mesure le supplément de prix que le marché associe à une unité de plus de la caractéristique k, les autres caractéristiques étant maintenues constantes, pour un logement de caractéristiques $\mathbf{z}$. En général, il dépend de $\mathbf{z}$: le mètre carré supplémentaire ne vaut pas la même chose dans une petite maison et dans une grande.

Trois conséquences de l'équation (18.1) importent pour l'évaluateur. Premièrement, rien n'oblige la fonction de prix à être linéaire : comme les ménages ne peuvent pas acheter deux demi-maisons pour en faire une, l'arbitrage qui linéariserait les prix n'existe pas, et la non-linéarité est la règle. C'est elle qui justifie les formes logarithmiques et les polynômes de la section 18.2, et c'est elle qui condamne l'application d'un ajustement unitaire constant à des comparables très différents du sujet. Deuxièmement, le prix implicite n'est pas la « valeur » intrinsèque de la caractéristique : c'est un prix d'équilibre local qui reflète à la fois la disposition à payer de l'acheteur marginal et le coût de l'offreur marginal pour cette caractéristique, dans ce marché, à cette date. Un garage vaut ce que le marché de Gatineau en 2026 paie pour un garage, pas ce qu'il coûte à construire ni ce que son propriétaire en pense. Troisièmement, la fonction de prix est propre à un marché : dans un autre marché, avec d'autres distributions de goûts, de revenus et de stocks, l'enveloppe est différente. Transposer des prix implicites estimés à Montréal vers Gatineau est une hypothèse, non une déduction.

18.1.3 Les deux stades et pourquoi l'évaluateur s'arrête au premier

Rosen a proposé une procédure en deux stades. Le premier estime la fonction de prix $P(\mathbf{z})$ sur les transactions observées et en déduit les prix implicites $p_k(\mathbf{z}_i)$ de chaque logement vendu. Le second régresse ces prix implicites sur les quantités z_{ik} et les caractéristiques des acheteurs pour retrouver les fonctions de demande, c'est-à-dire la disposition marginale à payer en fonction de la quantité consommée et du revenu. Ce second stade est celui qui intéresse l'économiste des politiques publiques, parce qu'il permet de prévoir ce qu'un ménage paierait pour une amélioration non marginale de la qualité de l'air ou de l'école de quartier. Il est aussi celui qui pose les problèmes d'identification les plus sérieux. Epple (1987) a montré que, dans un seul marché, le prix implicite et la quantité consommée sont déterminés simultanément par le même équilibre, de sorte que la régression du second stade confond la courbure de la fonction de prix avec la pente de la demande ; Ekeland et al. (2004) ont établi sous quelles conditions, non linéaires, l'identification reste possible dans un seul marché, et Bajari et Benkard (2005) ont proposé une voie alternative fondée sur les préférences individuelles. L'exercice 18.7 fait toucher du doigt cette difficulté.

L'évaluateur n'a pas besoin de résoudre ce problème, et il doit comprendre pourquoi. Sa question n'est pas « combien un ménage type paierait-il pour vingt mètres carrés de

plus si tous les logements en avaient vingt de plus ? » mais « combien se vend, aujourd'hui, sur ce marché, un logement de ces caractéristiques ? ». La première question porte sur les préférences, qui ne sont pas observables ; la seconde porte sur la fonction de prix, qui l'est, au bruit près. La valeur marchande définie au chapitre 16 comme $\mathrm{E}[P \mid \mathbf{x} = \mathbf{x}_s, t]$ *est* la fonction de prix hédonique évaluée au sujet, et les ajustements du chapitre 17 *sont* ses dérivées partielles, ou plus exactement les différences finies qu'elles permettent d'approcher. Le premier stade de Rosen suffit donc entièrement à l'évaluation, à condition que l'on reste à l'intérieur du nuage des ventes observées : le modèle décrit le marché tel qu'il est, non tel qu'il serait si l'offre changeait. Les études québécoises sur les prix des logements, celles de Des Rosiers et al. (2000) sur l'accessibilité et le voisinage, de Des Rosiers et al. (2001) sur les écoles primaires ou de Des Rosiers et al. (2002) sur l'aménagement paysager, s'inscrivent dans ce premier stade et illustrent ce qu'il permet de mesurer sur un marché local.

18.2 Spécification : formes fonctionnelles et variables

18.2.1 Quatre formes fonctionnelles

La théorie ne dicte pas la forme de $P(\mathbf{z})$; elle dit seulement qu'elle est croissante dans les caractéristiques désirables et généralement non linéaire. La pratique a retenu quatre formes, que le tableau 18.1 compare. La forme **linéaire**,

$$P_i = \alpha + \sum_{k=1}^{K} \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i, \tag{18.2}$$

a l'avantage de donner directement des prix implicites en dollars, constants : un mètre carré vaut β_S dollars quelle que soit la maison. C'est aussi sa faiblesse, parce que les données contredisent presque toujours cette constance, et parce qu'elle laisse la variance des erreurs croître avec le prix. La forme **semi-logarithmique**, qui est celle du modèle de référence de l'ouvrage et de la convention de notation rappelée à l'annexe D,

$$\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^{\mathsf{T}} \beta + \tau_{t(i)} + \mu_{s(i)} + \varepsilon_i, \tag{18.3}$$

fait porter l'additivité sur le logarithme du prix : chaque caractéristique multiplie le prix par un facteur, de sorte qu'une place de garage ajoute un pourcentage et non un montant. Les effets temporels τ_t et spatiaux μ_s y entrent comme des indicatrices de période et de secteur, ou comme des fonctions du temps et des coordonnées. La forme **log-log** applique aussi le logarithme aux variables continues et lit les coefficients comme des élasticités. Enfin, la transformation de Box et Cox (1964), appliquée à la variable dépendante,

$$P_i^{(\lambda)} = \frac{P_i^{\lambda} - 1}{\lambda} \quad (\lambda \neq 0), \qquad P_i^{(0)} = \ln P_i, \tag{18.4}$$

englobe la forme linéaire ($\lambda = 1$) et la forme semi-logarithmique ($\lambda \to 0$) comme cas particuliers et laisse les données choisir λ par maximum de vraisemblance. La log-vraisemblance concentrée en λ s'écrit, pour une régression de $P^{(\lambda)}$ sur $\mathbf{X}$ de somme des carrés des résidus $SCR(\lambda)$,

$$\ell(\lambda) = -\frac{n}{2} \ln \frac{SCR(\lambda)}{n} + (\lambda - 1) \sum_{i=1}^{n} \ln P_i, \tag{18.5}$$

où le second terme est le jacobien de la transformation, sans lequel les sommes de carrés de variables d'échelles différentes ne seraient pas comparables. Un intervalle de confiance à 95 % pour λ réunit les valeurs telles que $\ell(\lambda) \geq \ell(\hat{\lambda}) - \chi^2_{1;0,95}/2 = \ell(\hat{\lambda}) - 1{,}92$.

Tableau 18.1. Quatre formes fonctionnelles de la fonction de prix hédonique et lecture de leurs coefficients

Forme	Équation	Prix implicite $\partial P/\partial x_k$	Lecture du coefficient
Linéaire	$P = \alpha + \sum_k \beta_k x_k$	β_k (constant)	dollars par unité de x_k
Semi-log	$\ln P = \alpha + \sum_k \beta_k x_k$	$\beta_k P$ (proportionnel au prix)	$100\,\beta_k$ % par unité (approximation) ; indicatrice : $100\,[\exp(\beta_k) - 1]$ %
Log-log	$\ln P = \alpha + \sum_k \beta_k \ln x_k$	$\beta_k P / x_k$	élasticité : β_k % par 1 % de x_k
Box–Cox	$(P^\lambda - 1)/\lambda = \alpha + \sum_k \beta_k x_k$	$\beta_k P^{1-\lambda}$	dépend de λ ; $\lambda = 1$ linéaire, $\lambda \to 0$ semi-log

Source : synthèse de l'auteur d'après Malpezzi (2003) et Box et Cox (1964).

Le choix entre ces formes repose sur trois considérations. La première est statistique : la forme doit stabiliser la variance des erreurs et rendre leur distribution à peu près symétrique, ce que le logarithme fait presque toujours pour des prix, dont la distribution est asymétrique à droite. La deuxième est économique : les élasticités et les effets proportionnels sont plus stables d'un marché à l'autre et d'une taille à l'autre que les effets en dollars, ce qui rend la semi-log et la log-log plus transportables. La troisième est la robustesse aux erreurs de spécification. Cropper et al. (1988) ont comparé, par simulation, les erreurs sur les prix implicites commises par chaque forme lorsque des variables sont omises ou mal mesurées, ce qui est la situation normale en évaluation : les formes simples, linéaire et semi-logarithmique, et la Box–Cox linéaire se sont montrées les moins sensibles, tandis que les formes flexibles très paramétrées (Box–Cox quadratique) se sont dégradées. C'est un argument fort en faveur de la semi-log comme spécification par défaut, et c'est celui que suit l'ouvrage. La figure 18.2 montrera, sur le cas 1, à quel point les quatre formes s'accordent à l'intérieur du nuage des données et divergent à ses bords.

18.2.2 Lire les coefficients d'une indicatrice en semi-log

Dans la forme semi-logarithmique, le coefficient d'une variable continue s'interprète approximativement comme un effet en pourcentage : $\partial \ln P / \partial x_k = \beta_k$, donc une unité de plus de x_k change le prix de $100\,\beta_k$ % environ. L'approximation est bonne tant que β_k est petit. Pour une variable indicatrice D qui passe de 0 à 1, l'effet exact est un saut, et Halvorsen et Palmquist (1980) ont rappelé que le pourcentage n'est pas $100\,\beta$ mais

$$g = \frac{P(D=1) - P(D=0)}{P(D=0)} = \exp(\beta) - 1. \tag{18.6}$$

Pour $\beta = 0{,}03$ la différence est négligeable (3,05 % contre 3 %) ; pour $\beta = -0{,}25$, comme le secteur de Buckingham dans l'exemple intégral, elle ne l'est plus ($-22{,}1$ % contre -25 %). Kennedy (1981) a ajouté que $\exp(\hat{\beta})$ est un estimateur biaisé de $\exp(\beta)$ lorsque $\hat{\beta}$ est entaché d'une variance $\hat{V}(\hat{\beta})$, et a proposé l'estimateur presque sans biais

$$\hat{g}^{\,K} = \exp\!\Big(\hat{\beta} - \tfrac{1}{2}\hat{V}(\hat{\beta})\Big) - 1. \tag{18.7}$$

La correction ne compte que lorsque l'erreur-type est de l'ordre de quelques dixièmes, c'est-à-dire pour des indicatrices rares ; avec les erreurs-types de l'exemple, elle déplace les effets de quelques centièmes de point de pourcentage. La bibliothèque de l'ouvrage fournit les deux formules (`traite.comparables.ajustement_depuis_coefficient_log` et `_sans_biais`) et les conventions de calcul prévoient d'appliquer la correction de Kennedy lorsque la variance n'est pas négligeable.

18.2.3 Les variables et leur transformation

Le choix des régresseurs obéit à un principe simple : toute caractéristique que les acheteurs paient et qui varie dans l'échantillon doit figurer dans le modèle, sous une forme qui respecte la façon dont elle agit sur le prix ; toute caractéristique omise qui est corrélée aux régresseurs inclus biaise leurs coefficients. Si le vrai modèle est $\ln P = \mathbf{x}^{\top}\beta + \gamma w + \varepsilon$ et que w est omis, alors que sa projection sur $\mathbf{x}$ a pour coefficients δ, le modèle estimé converge vers

$$\tilde{\beta} = \beta + \gamma\,\delta, \tag{18.8}$$

le biais de chaque coefficient étant le produit de l'effet de la variable omise par sa corrélation partielle avec le régresseur. C'est la raison pour laquelle l'omission du secteur, dans l'exemple intégral, gonfle l'effet de la distance au centre et écrase celui du terrain : les secteurs périphériques ont à la fois des prix plus bas, des distances plus grandes et des terrains plus vastes.

Les variables usuelles d'un modèle résidentiel se regroupent en cinq familles, et le tableau 18.2 en présente le traitement retenu dans le modèle de référence. La *superficie habitable* entre en logarithme, parce que son élasticité est inférieure à un : les études recensées par Sirmans et al. (2005) trouvent presque toujours un coefficient positif et une concavité, et le chapitre 16 a rappelé que c'est elle qui rend le prix unitaire des petites maisons plus élevé. Le *terrain* entre aussi en logarithme, avec une élasticité faible en secteur bâti ; le chapitre 25 discute sa valeur séparée. L'*âge* entre en polynôme du second degré : la dépréciation est rapide dans les premières décennies puis ralentit, et les maisons très anciennes rénovées ou patrimoniales peuvent même se réapprécier, ce que le chapitre 24 relie aux courbes de dépréciation. La *qualité* et l'*état*, codés sur une échelle ordinale, sont traités comme des écarts à la classe moyenne ; les *équipements* (garage, sous-sol fini, piscine, type de bâtiment) sont des indicatrices ou des comptages. La *localisation* combine des indicatrices de secteur, qui captent tout ce qui distingue un sous-marché sans le nommer, et des variables d'accessibilité continues, comme la distance au centre ; Can (1992) a montré que la qualité du voisinage agit à la fois par un déplacement du niveau des prix et par une modification des prix implicites des autres attributs, ce qui motive les termes d'interaction et, au-delà, les méthodes du chapitre 19. Le *temps* enfin, qu'une tendance linéaire ou des indicatrices de période représentent ; la section 18.4 compare les deux et le chapitre 35 en fait des indices.

Deux précautions complètent ce choix. La première est le centrage des variables continues autour d'une valeur typique, qui donne à la constante le sens du logarithme du prix d'une maison de référence (ici un plain-pied de 140 m² sur 560 m² à Hull, de qualité 3, neuf, sans équipement, vendu à la date de référence) et facilite la lecture. La seconde est la parcimonie : chaque variable ajoutée consomme un degré de liberté et, si elle est colinéaire aux autres, dégrade la précision de tous les coefficients sans améliorer la prédiction. Bishop et al. (2020) et Kuminoff et al. (2010) ont montré, pour les modèles destinés à mesurer la disposition à payer pour des aménités, que les effets fixes spatiaux et temporels fins et les formes flexibles

Tableau 18.2. Variables du modèle hédonique de référence du cas 1 (`traite.cas1.matrice`) et transformation retenue

Variable	Transformation	Raison
Superficie habitable S (m²)	$\ln(S/140)$	élasticité inférieure à un ; centrage à 140 m² pour une constante interprétable
Superficie du terrain T (m²)	$\ln(T/560)$	élasticité faible ; centrage à 560 m²
Âge (années)	âge et âge²/100	dépréciation décroissante avec l'âge
Qualité (1 à 5)	écart à 3	échelle ordinale traitée comme un écart à la classe moyenne
Garage (places), sous-sol fini, piscine	comptage ou indicatrice 0/1	effets proportionnels par équipement
Type de bâtiment	indicatrice « à étages » (plain-pied en référence)	
Secteur	quatre indicatrices (Hull en référence)	sous-marchés de Gatineau
Distance au centre (km)	$\max(d - 3, 0)$	plateau de 3 km autour du centre, puis gradient (chapitre 5)
Date de vente	mois écoulés depuis le 1er juillet 2024	tendance linéaire du marché ; indicatrices trimestrielles en variante

Source : `analysis/python/traite/cas1.py` ; lois de génération dans `data/synthetic/README.md`.

réduisent nettement le biais d'omission ; pour l'évaluateur, qui cherche à prédire, la leçon est la même, à ceci près que la prédiction pour un sujet exige que ses propres effets fixes soient estimés, donc que son secteur et sa période soient suffisamment représentés dans l'échantillon.

18.3 Estimation et inférence

18.3.1 Les moindres carrés ordinaires

Soit $\mathbf{y}$ le vecteur des n logarithmes des prix, $\mathbf{X}$ la matrice $n \times k$ des régresseurs (constante comprise) et ε le vecteur des erreurs. L'estimateur des moindres carrés ordinaires (MCO) minimise la somme des carrés des résidus :

$$\hat{\beta} = \arg\min_{\mathbf{b}} \|\mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b}\|^2 = (\mathbf{X}^\top \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^\top \mathbf{y}, \qquad \hat{\varepsilon} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\beta}, \qquad \hat{\sigma}^2 = \frac{\hat{\varepsilon}^\top \hat{\varepsilon}}{n - k}. \tag{18.9}$$

Sous l'hypothèse que les erreurs sont d'espérance nulle conditionnellement aux régresseurs, $\hat{\beta}$ est sans biais ; si de plus elles sont homoscédastiques et non corrélées, sa matrice de covariance est $\sigma^2 (\mathbf{X}^\top \mathbf{X})^{-1}$. L'écart-type résiduel $\hat{\sigma}$ a, dans un modèle semi-logarithmique, une lecture directe : c'est la dispersion typique, en proportion, des prix autour de ce que les caractéristiques expliquent, et il mesure donc l'incertitude irréductible d'une prédiction individuelle. Un $\hat{\sigma}$ de 0,08 signifie qu'environ deux tiers des logements se vendent à moins de 8 % de leur prix prédit et 95 % à moins de 16 %. Le coefficient de détermination R^2 mesure la part de la variance de $\ln P$ expliquée ; il dépend autant de l'hétérogénéité de l'échantillon que de la qualité du modèle, et un R^2 élevé obtenu en mélangeant des secteurs très différents ne vaut pas un R^2 modeste obtenu sur un sous-marché homogène. Il ne se compare pas d'une forme fonctionnelle à l'autre lorsque la variable dépendante change : le R^2 d'un modèle en niveaux et celui d'un modèle en logarithmes mesurent des choses différentes, et l'on comparera plutôt des erreurs de prédiction en dollars ou des statistiques de ratio (section 18.6).

18.3.2 Erreurs-types robustes

L'hypothèse d'homoscédasticité est rarement crédible sur des prix immobiliers : la dispersion des erreurs peut dépendre de la taille, du secteur ou de la période. Lorsqu'elle est violée, $\hat{\beta}$ reste sans biais mais la formule classique de sa covariance est fausse, et les tests qui en découlent aussi. L'estimateur convergent de White (1980), dans sa version HC1 corrigée pour les degrés de liberté,

$$\hat{V}_{\mathrm{HC1}}(\hat{\beta}) = \frac{n}{n-k} (\mathbf{X}^\top \mathbf{X})^{-1} \left(\sum_{i=1}^{n} \hat{\varepsilon}_i^2 \, \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i^\top \right) (\mathbf{X}^\top \mathbf{X})^{-1}, \tag{18.10}$$

remplace σ^2 par le carré de chaque résidu et reste valide quelle que soit la forme de l'hétéroscédasticité (White 1980). C'est la convention de l'ouvrage (annexe D) et ce que calcule la fonction `mco` du module `traite.hedonique`. Lorsque les erreurs sont corrélées à l'intérieur de groupes, par exemple les ventes d'un même secteur ou d'un même trimestre, les erreurs-types doivent être agrégées par grappes ; Wooldridge (2010) en donne la théorie, et le chapitre 19 traite le cas, plus subtil, où la corrélation décroît avec la distance.

18.3.3 Diagnostics

Une régression n'est défendable qu'accompagnée de ses diagnostics, et l'évaluateur qui dépose un modèle hédonique à l'appui d'une conclusion doit pouvoir les produire. Cinq examens forment le minimum.

Hétéroscédasticité. Le graphique des résidus contre les valeurs ajustées, complété par la médiane et les déciles des résidus par tranche de valeur ajustée, montre si la dispersion dépend du niveau du prix. Le test de Breusch et Pagan (1979), dans la version studentisée de Koenker qui ne suppose pas la normalité, régresse les carrés des résidus sur les régresseurs et compare

$$LM = n\, R^2_{\hat{\varepsilon}^2 \mid \mathbf{X}} \;\sim\; \chi^2_{k-1} \tag{18.11}$$

à la loi du khi-deux (Breusch et Pagan 1979). Un rejet ne condamne pas le modèle, puisque les erreurs-types HC1 restent valides ; il signale que la précision des prédictions varie selon les segments, ce que l'intervalle de prédiction de la section 18.5 ne reflète pas.

Normalité des résidus. Le diagramme quantile-quantile et la statistique de Jarque–Bera, fondée sur l'asymétrie et l'aplatissement, vérifient si la loi normale est une approximation acceptable. La normalité n'est pas nécessaire aux MCO, mais l'intervalle de prédiction s'en sert et la retransformation en niveau en dépend (section 18.5) ; des queues épaisses signalent des ventes atypiques qu'il faut examiner une à une.

Colinéarité. Lorsque deux régresseurs varient presque ensemble, leurs coefficients individuels deviennent imprécis bien que leur effet joint soit bien estimé. Le facteur d'inflation de la variance du régresseur j,

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R^2_j}, \tag{18.12}$$

où R^2_j est le coefficient de détermination de la régression de x_j sur les autres régresseurs, mesure par quel facteur la variance de $\hat{\beta}_j$ est multipliée par rapport au cas orthogonal ; des valeurs au-delà de 10 sont couramment considérées comme un signal[1]. Deux cas sont à distinguer : la colinéarité structurelle, inévitable entre l'âge et son carré ou entre une indicatrice de secteur périphérique et la distance au centre, qui n'empêche ni la prédiction ni le calcul des prix implicites joints ; et la colinéarité de données, qui résulte d'un échantillon où deux attributs distincts ne sont jamais observés séparément et qui, elle, interdit de séparer leurs effets.

Observations influentes. La distance de Cook (1977),

$$D_i = \frac{\hat{\varepsilon}_i^2}{k\,\hat{\sigma}^2} \cdot \frac{h_{ii}}{(1 - h_{ii})^2}, \qquad h_{ii} = \mathbf{x}_i^\top (\mathbf{X}^\top \mathbf{X})^{-1} \mathbf{x}_i, \tag{18.13}$$

combine la taille du résidu et le levier h_{ii} de l'observation, c'est-à-dire son éloignement dans l'espace des régresseurs, et mesure de combien l'ensemble des coefficients bougerait si l'observation était retirée (Cook 1977). Le seuil indicatif $4/n$ désigne les observations à examiner ; en évaluation, ce sont typiquement des ventes mal vérifiées (chapitre 16), des erreurs de saisie (chapitre 14) ou des biens atypiques dont la présence dans l'échantillon doit être réfléchie. On ne retire pas une observation parce qu'elle est influente ; on la retire parce que la vérification révèle qu'elle n'est pas une vente de marché ou qu'elle n'appartient pas au segment.

1. Ce seuil est une convention d'usage, non une norme ; il est discuté par Belsley et al. (1980).

Autocorrélation spatiale. Si les résidus des ventes voisines se ressemblent, c'est que le modèle a omis des déterminants de la localisation ; l'inférence est alors trop optimiste et la prédiction pour un sujet peut être améliorée par les résidus de ses voisins. L'indice I de Moran calculé sur les résidus avec une matrice de voisinage, fourni par `traite.hedonique.moran_i`, en est le test de base ; le chapitre 19 en fait le point de départ des modèles spatiaux.

18.4 Exemple intégral : les 600 ventes du cas 1

Données synthétiques

Les 600 ventes du cas 1 (`data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv`) sont fictives : elles ont été engendrées par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon une loi déclarée dans `data/synthetic/README.md`, précisément de la forme semi-logarithmique (18.3), avec une élasticité de 0,55 pour la superficie habitable, 0,10 pour le terrain, un polynôme d'âge $-0{,}0055\,\text{âge} + 0{,}00003\,\text{âge}^2$, 0,06 par échelon de qualité, 0,035 par place de garage, 0,03 pour le sous-sol fini, 0,02 pour la piscine et pour le cottage à étages, des primes de secteur égales au logarithme du rapport des prix médians publiés par l'APCIQ au troisième trimestre de 2026 à celui de Hull (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c), un gradient de $-0{,}006$ par kilomètre au-delà de 3 km du centre, une croissance annuelle composée de 4,43 % dérivée de la variation de la médiane au rôle 2027-2029 de Gatineau (Ville de Gatineau 2026d), et une erreur normale d'écart-type 0,085 ; les prix sont arrondis à 500 $. Ces paramètres sont des hypothèses pédagogiques calibrées sur des ordres de grandeur publics, non des estimations sur données réelles. Leur connaissance est ici un atout : elle permet de vérifier que la méthode retrouve ce qu'elle doit retrouver. Tous les chiffres de cette section sont imprimés par `analysis/python/cases/ch18_hedonique.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch18.py` ; le modèle de référence lui-même est `traite.cas1.hedonique`, partagé avec les chapitres 17, 19, 20, 35, 37, 39 et 45.

Exemple 18.1 : Estimation, diagnostics, prix implicites et prédiction du sujet du cas 1

L'exemple procède en cinq étapes : estimation du modèle de référence et confrontation aux paramètres de génération ; diagnostics ; comparaison des formes fonctionnelles et des variantes ; prix implicites au sujet ; prédiction et intervalle.

Étape 1 : le modèle de référence. Le tableau 18.3 présente l'estimation par MCO de l'équation (18.3) avec les régresseurs du tableau 18.2 sur les 600 ventes, erreurs-types HC1. Le modèle compte 16 paramètres, explique 85,3 % de la variance du logarithme des prix (R^2 ajusté de 0,849) et laisse un écart-type résiduel $\hat{\sigma} = 0{,}083$, à comparer à l'écart-type de 0,085 de l'erreur de génération : la part inexpliquée est, comme il se doit, le bruit de transaction et rien d'autre. Tous les coefficients ont le signe attendu et quinze des quinze paramètres de génération tombent dans l'intervalle de confiance à 95 % de leur estimation. L'élasticité de la superficie habitable est estimée à 0,539 (erreur-type 0,013) pour une vraie valeur de 0,55 ; celle du terrain à 0,094 pour 0,10 ; l'échelon de

qualité à 0,061 pour 0,06 ; la place de garage à 0,032 pour 0,035. La croissance mensuelle implicite, $\exp(0{,}00364) - 1 = 0{,}364$ %, correspond à 4,46 % par année composée, pour une vraie valeur de 4,43 %. Les coefficients les moins précis sont ceux des secteurs de Buckingham et de Masson-Angers (erreurs-types de 0,07), qui ne comptent que 42 et 47 ventes et dont la distance au centre est presque constante, et celui de la distance au centre elle-même (−0,0036, erreur-type 0,0027), dont le tableau 18.4 expliquera l'imprécision. La constante, 13,207, est le logarithme du prix prédit pour la maison de référence : $\exp(13{,}207) = 544\,400$ $ pour un plain-pied neuf de 140 m² sur 560 m² à Hull, de qualité 3, sans équipement, au 1er juillet 2024.

Étape 2 : diagnostics. La figure 18.1 et le tableau 18.4 rassemblent les examens de la section 18.3. Les résidus sont centrés et de dispersion stable sur toute l'étendue des valeurs ajustées ; le test de Breusch–Pagan ne rejette pas l'homoscédasticité ($LM = 16{,}1$ pour 15 degrés de liberté, $p = 0{,}38$), et les erreurs-types HC1 sont donc très proches des erreurs-types classiques. Le diagramme quantile-quantile est rectiligne ; l'asymétrie vaut −0,07, l'aplatissement 2,75 et la statistique de Jarque–Bera 2,1 ($p = 0{,}35$). Ces résultats sont ceux que l'on attend de données engendrées par une loi normale ; sur des données réelles, l'évaluateur observe presque toujours des queues plus épaisses et une dispersion qui croît pour les biens les plus chers. Les facteurs d'inflation de la variance sont inférieurs à 2 pour toutes les caractéristiques physiques, mais atteignent 11,9 pour l'âge et son carré, 8,0 pour Aylmer, 30 et 28 pour Buckingham et Masson-Angers, et 43,7 pour la distance au centre : c'est la colinéarité structurelle décrite plus haut, puisque la distance au centre au-delà de 3 km n'est positive, dans ce jeu, que pour les ventes des secteurs périphériques, dont les indicatrices absorbent déjà l'essentiel de l'écart de prix. Elle explique l'imprécision du coefficient de distance sans invalider le modèle : la somme des effets « secteur plus distance » est, elle, bien estimée, et c'est elle qui compte pour la prédiction. La plus grande distance de Cook vaut 0,022, pour une vente de Buckingham (G0541 : 119 m², 11 ans, 503 000 $, un prix élevé pour le secteur) ; 29 ventes dépassent le seuil $4/n = 0{,}0067$, aucune n'est aberrante, et le retrait de toutes les 29 ne déplacerait la prédiction du sujet que de 1 081 $ (tableau 18.8). Enfin l'indice de Moran des résidus, calculé sur les huit plus proches voisins, vaut $-0{,}013$ ($z = -0{,}59$, $p = 0{,}56$) : aucune autocorrélation spatiale, ce qui est attendu puisque la loi de génération ne contient aucun effet spatial au-delà des secteurs et du gradient ; le chapitre 19 montrera, sur ce même jeu, ce que donnent les modèles spatiaux lorsqu'il n'y a rien à trouver, et ce qu'ils donnent lorsqu'il y a quelque chose.

Étape 3 : formes fonctionnelles et variantes. Le tableau 18.5 compare six spécifications estimées sur les mêmes 600 ventes. Comme les variables dépendantes diffèrent, la comparaison porte sur l'erreur quadratique moyenne de prédiction en dollars, après retransformation, et sur le coefficient de dispersion (COD) des rapports prédit/observé défini à la section 18.6. La forme linéaire est la moins bonne (erreur quadratique moyenne de 40 973 $, COD de 6,83) et prédit le sujet à 615 985 $, soit 22 000 $ de moins que la semi-log : elle attribue un prix constant de 1 798 $/m² au mètre carré habitable, trop élevé pour les petites maisons et trop faible pour les grandes, et son erreur n'est pas homoscédastique en dollars. La forme log-log, qui remplace le polynôme d'âge par $\ln(1 + \text{âge})$, fait presque aussi bien que la semi-log (COD 6,74) mais sa courbe d'âge, contrainte à être monotone, prédit le sujet 10 700 $ plus bas. La transformation de

Box–Cox estime $\hat{\lambda} = 0{,}157$ avec un intervalle de confiance à 95 % de $[-0{,}036; 0{,}353]$: la valeur $\lambda = 0$ (semi-log) n'est pas rejetée (rapport de vraisemblance 2,5 contre un seuil de 3,84) tandis que $\lambda = 1$ (linéaire) l'est massivement (rapport de 66) ; la figure 18.2 montre que les quatre courbes de prix selon la superficie coïncident entre 120 et 200 m², où se trouvent la plupart des ventes, et se séparent aux extrémités, où l'on ne devrait de toute façon pas prédire. La variante *sans secteurs* illustre l'équation (18.8) : le R^2 chute à 0,766, $\hat{\sigma}$ monte à 0,104, le coefficient de la distance au centre passe de $-0{,}0036$ à $-0{,}0117$ par kilomètre parce qu'il doit porter seul l'écart de prix des secteurs périphériques, celui du terrain tombe de 0,094 à 0,042 parce que les grands terrains sont concentrés dans les secteurs les moins chers, et la prédiction du sujet grimpe à 664 342 $, soit 4,1 % de trop, parce que Hull, secteur de référence, n'est plus distingué des autres. La variante à *indicatrices trimestrielles* remplace la tendance linéaire par quinze indicatrices (2023T1 en référence) : le R^2 ajusté est identique (0,849), ce qui signifie que la tendance linéaire était une description suffisante du marché synthétique, mais la prédiction du sujet monte à 649 980 $ parce que le dernier trimestre observé (2026T3, 22 ventes seulement) se situe 5 % au-dessus de la tendance avec un intervalle de confiance de ±3,6 %. La figure 18.3 oppose les deux lectures du temps : l'indice trimestriel oscille autour de la tendance avec des écarts absolus moyens de 2,6 % et un écart maximal de 5,0 %, et le lecteur comprend pourquoi l'évaluateur préfère souvent une tendance lissée à un indice de période dont le dernier point, celui qui compte pour l'ajustement de conditions du marché, est aussi le moins précis. Le chapitre 35 reprend cette question.

Étape 4 : prix implicites au sujet. Le sujet est le cottage de 165 m² sur 620 m² construit en 1998 à Hull, de qualité 3, avec garage simple et sous-sol fini, évalué au 1er septembre 2026 ; sa prédiction corrigée est $\hat{P}_s = 637\,953$ $ (étape 5). Le tableau 18.6 et la figure 18.4 convertissent les coefficients du tableau 18.3 en dollars au sujet par les formules du tableau 18.1 : pour une variable continue entrée en logarithme, $p_k = \hat{\beta}_k \hat{P}_s / x_{sk}$; pour l'âge, $p = (\hat{\beta}_{\text{âge}} + 2\hat{\beta}_{\text{âge}^2}\,\text{âge}/100)\hat{P}_s$; pour une indicatrice, l'équation (18.6). Le mètre carré habitable supplémentaire vaut 2 084 $/m² au sujet, le mètre carré de terrain 96 $/m², une année d'âge de plus retranche 2 308 $ à 28 ans (et seulement 1 263 $ à 60 ans, où la courbe s'aplatit), un mois de marché ajoute 2 319 $, un échelon de qualité 40 182 $, une place de garage 21 031 $, le sous-sol fini 14 183 $, une piscine 17 023 $, le passage d'un plain-pied à un cottage 19 502 $, et le même immeuble situé à Aylmer plutôt qu'à Hull vaudrait 56 886 $ de plus. La correction de Kennedy (18.7) ne déplace aucun de ces montants de plus de 200 $, sauf celui d'Aylmer (186 $ sur 56 886 $), parce que les erreurs-types sont faibles. Ce sont exactement les prix implicites que le chapitre 17 a appliqués, sous forme de différences finies $P_j[\exp(\hat{\beta}_k \Delta x_k) - 1]$, pour ajuster les cinq comparables du chapitre 16 ; la fonction `traite.cas1.ajustements_hedoniques` en fait la cascade. Deux lectures de la figure s'imposent. D'abord, les barres d'erreur, qui ne tiennent compte que de l'incertitude des coefficients (méthode delta avec les erreurs-types HC1, $\hat{P}_s$ étant tenu pour fixe), sont étroites pour la superficie, la qualité et le marché, larges pour les équipements rares et très larges pour la localisation : c'est l'ordre dans lequel les ajustements de la grille sont fiables. Ensuite, la somme des prix implicites de tous les attributs du sujet ne reconstitue pas son prix : la constante, c'est-à-dire la maison de référence, en porte l'essentiel, et les prix implicites ne décrivent

que les écarts.

Étape 5 : prédiction et intervalle. La prédiction du logarithme vaut $\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta} = 13{,}3627$ et son exponentielle 635 821 \$. Cette exponentielle estime la médiane du prix, non son espérance ; la section 18.5 explique pourquoi et comment la corriger. Le facteur de Duan, moyenne des exponentielles des 600 résidus, vaut 1,00335, et la prédiction corrigée $\hat{P}_s = 637\,953$ \$; le facteur log-normal $\exp(\hat{\sigma}^2/2) = 1{,}00345$ donnerait 638 016 \$, soit 63 \$ de plus. La variance de l'erreur de prédiction du logarithme est $\hat{\sigma}^2 + \mathbf{x}_s^\top \hat{V} \mathbf{x}_s = 0{,}00689 + 0{,}00010 = 0{,}00700$: l'incertitude d'estimation des coefficients n'en représente que 1,5 %, le reste étant le bruit de transaction que le modèle ne peut pas réduire. L'écart-type de prédiction est de 0,0836 et l'intervalle de prédiction à 95 %, retransformé, va de 539 682 \$ à 749 087 \$, soit de −15,4 % à +17,4 % autour de la prédiction ; l'intervalle à 80 % va de 571 192 \$ à 707 764 \$. Ces bornes ne disent pas que la valeur marchande est incertaine à ±16 % : elles disent que le *prix* auquel le sujet se vendrait est incertain dans cette mesure, la valeur marchande étant le centre de cette distribution. Le chapitre 20 distingue ces deux incertitudes et le chapitre 39 en donne la version bayésienne. La figure 18.5 situe les cinq comparables du chapitre 16 dans le nuage des prix prédits et observés : quatre d'entre eux se sont vendus de 8 à 15 % *sous* leur prix prédit (résidus de −0,161 pour G0404, −0,104 pour G0468, −0,111 pour G0477, −0,084 pour G0575 ; +0,007 pour G0574), pour une moyenne de −8,7 %. C'est la raison pour laquelle la moyenne des prix ajustés du chapitre 17, autour de 582 000 \$, est inférieure à la prédiction hédonique de 637 953 \$: les comparables les plus proches du sujet dans l'espace des attributs se trouvent être, dans ce jeu synthétique, des ventes dont le bruit de transaction était négatif, et rien dans leurs caractéristiques observées ne le laissait prévoir. Le chapitre 20 tranchera entre les deux indications ; retenons ici que l'écart n'est pas une incohérence des méthodes, mais la manifestation, sur cinq observations, de l'écart-type résiduel de 8 % que la régression mesure sur six cents.

18.5 Prédiction, retransformation et intervalle

18.5.1 Pourquoi l'exponentielle de la prédiction sous-estime l'espérance

Le modèle semi-logarithmique prédit $\ln P$, et l'évaluateur veut P. Si $\ln P_s = \mathbf{x}_s^\top \beta + \varepsilon_s$ avec $\mathrm{E}[\varepsilon_s] = 0$, alors

$$\mathrm{E}[P_s \mid \mathbf{x}_s] = \exp(\mathbf{x}_s^\top \beta)\ \mathrm{E}[\exp(\varepsilon_s)], \tag{18.14}$$

et, par l'inégalité de Jensen, $\mathrm{E}[\exp(\varepsilon)] > \exp(\mathrm{E}[\varepsilon]) = 1$ dès que ε n'est pas dégénéré. L'exponentielle de la prédiction du logarithme estime donc la *médiane* conditionnelle du prix, pas sa moyenne, et sous-estime celle-ci d'un facteur qui croît avec la variance résiduelle. Si ε est normale de variance σ^2, le facteur vaut exactement $\exp(\sigma^2/2)$: 1,0035 pour $\sigma = 0{,}083$, mais 1,02 pour $\sigma = 0{,}20$ et 1,05 pour $\sigma = 0{,}30$, des ordres de grandeur courants sur des marchés hétérogènes ou des données mal nettoyées. Halvorsen et Palmquist (1980) et Kennedy (1981) ont traité ce biais pour les coefficients ; pour la prédiction, Duan (1983) a proposé l'estimateur non paramétrique dit de lissage (*smearing*),

$$\hat{P}_s = \exp(\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta}) \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \exp(\hat{\varepsilon}_i), \tag{18.15}$$

Tableau 18.3. Modèle hédonique de référence du cas 1 : MCO semi-log sur 600 ventes, erreurs-types HC1, et paramètres de génération (données synthétiques)

Variable	Coefficient $\hat{\beta}$	E.-t. HC1	t	Effet (%)	Paramètre vrai
Constante	13,207 4	0,013 8	959,3	—	—
ln(superficie habitable / 140 m²)	0,539 1	0,012 7	42,4	élast.	0,550 0
ln(terrain / 560 m²)	0,093 7	0,011 0	8,5	élast.	0,100 0
Âge (années)	−0,005 1	0,000 6	−9,1	−0,51	−0,005 5
Âge² / 100	0,002 6	0,000 6	4,1	0,26	0,003 0
Qualité (écart à 3)	0,061 1	0,004 2	14,4	6,30	0,060 0
Garage (places)	0,032 4	0,005 0	6,5	3,30	0,035 0
Sous-sol fini	0,022 0	0,006 9	3,2	2,22	0,030 0
Piscine	0,026 3	0,008 4	3,1	2,67	0,020 0
À étages	0,030 1	0,006 9	4,4	3,06	0,020 0
Distance au centre > 3 km (km)	−0,003 6	0,002 7	−1,3	−0,36	−0,006 0
Secteur Gatineau	−0,022 3	0,014 6	−1,5	−2,21	−0,021 5
Secteur Aylmer	0,085 4	0,023 1	3,7	8,92	0,109 6
Secteur Buckingham	−0,250 4	0,071 8	−3,5	−22,15	−0,184 4
Secteur Masson-Angers	−0,263 1	0,067 2	−3,9	−23,14	−0,204 4
Mois depuis le 1er juillet 2024	0,003 6	0,000 3	13,5	0,36	0,003 6

$n = 600$; $k = 16$; $R^2 = 0{,}853$; R^2 ajusté $= 0{,}849$; $\hat{\sigma} = 0{,}083$ (vrai : 0,085)

15 paramètres de génération sur 15 dans l'intervalle de confiance à 95 %

Source : [données synthétiques] `traite.cas1.hedonique` ; `analysis/python/cases/ch18_hedonique.py`. Effet (%) : $100\,[\exp(\hat{\beta}) - 1]$ pour une unité ; les primes de secteur vraies sont $\ln$(médiane APCIQ du secteur / médiane de Hull), Masson-Angers moins 0,02.

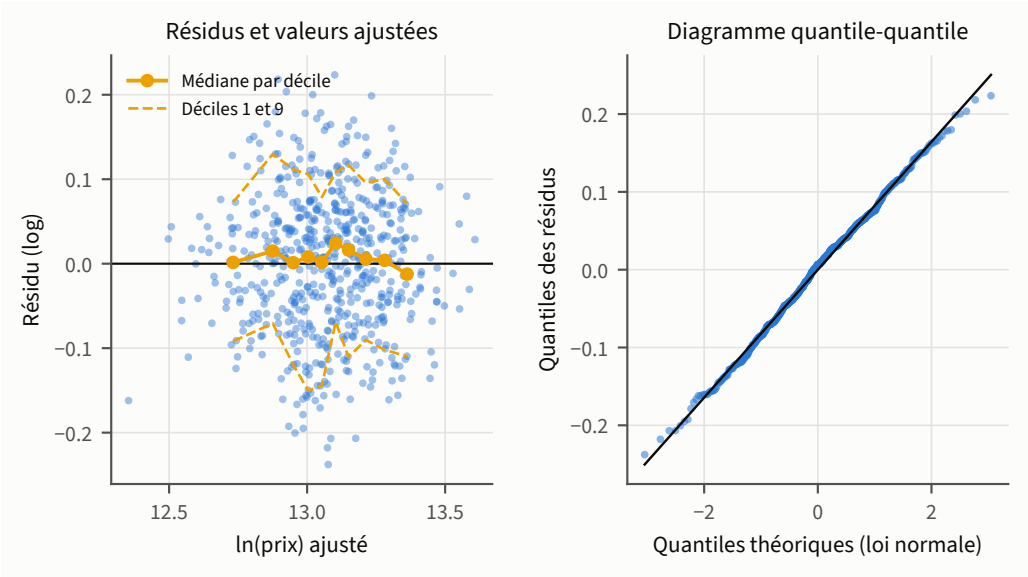


FIGURE 18.1. Diagnostics du modèle de référence. À gauche, les résidus contre les valeurs ajustées du logarithme du prix, avec la médiane et les premier et neuvième déciles des résidus par décile de valeur ajustée : la dispersion est stable et centrée. À droite, le diagramme quantile-quantile des résidus contre la loi normale : les queues ne s'écartent pas de la droite, ce qui est attendu de données engendrées par une erreur normale.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch18_figures.py`, graine 20261031.

TABLEAU 18.4. Diagnostics du modèle de référence (600 ventes, données synthétiques)

Examen	Résultat	Lecture
Breusch–Pagan (Koenker)	$LM = 16{,}09$, 15 ddl, $p = 0{,}38$	homoscédasticité non rejetée ; HC1 $\approx$ classique
Jarque–Bera	2,11, $p = 0{,}35$; asymétrie $-0{,}07$; aplatissement 2,75	normalité acceptable ; 7,0 % des résidus dépassent 0,15 en valeur absolue
Étendue des résidus	$-0{,}238$ à $+0{,}224$	aucune vente hors de $\pm 3\hat{\sigma}$
VIF, caractéristiques physiques	1,02 à 1,71	aucune colinéarité
VIF, âge et âge^2	11,9 et 11,8	structurelle (polynôme) ; sans conséquence pour la prédiction
VIF, secteurs et distance	Gatineau 4,2 ; Aylmer 8,0 ; Buckingham 30,3 ; Masson-Angers 28,0 ; distance 43,7	structurelle : la distance au-delà de 3 km n'est positive qu'en périphérie ; l'effet joint est bien estimé
Distances de Cook	max 0,022 (G0541) ; 29 ventes $> 4/n = 0{,}0067$	aucune observation dominante ; retrait des 29 : prédiction du sujet $-1\,081$ \$
Moran des résidus (8 voisins)	$I = -0{,}013$, $z = -0{,}59$, $p = 0{,}56$	pas d'autocorrélation spatiale (chapitre 19)

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch18_hedonique.py`.

Tableau 18.5. Six spécifications estimées sur les 600 ventes du cas 1 : ajustement, erreur de prédiction en dollars, statistiques de ratio et prédiction du sujet (données synthétiques)

Spécification	k	R^2	R^2 aj.	EQM ($)	COD	PRD	PRB	Sujet ($)
Semi-log (référence)	16	0,853	0,849	39 907	6,68	1,007	−0,058	637 953
Linéaire	16	0,839	0,835	40 973	6,83	1,006	−0,042	615 985
Log-log (âge en logarithme)	15	0,847	0,843	40 662	6,74	1,007	−0,061	627 260
Box–Cox, $\hat{\lambda} = 0{,}157$ $[-0{,}036 ; 0{,}353]$	16	0,853	0,849	39 844	6,65	1,007	−0,059	635 171
Semi-log sans indicatrices de secteur	12	0,766	0,762	50 379	8,16	1,010	−0,100	664 342
Semi-log, indicatrices trimestrielles	29	0,856	0,849	39 587	6,57	1,006	−0,056	649 980

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch18_hedonique.py`. Le R^2 n'est comparable qu'entre modèles de même variable dépendante ; EQM : racine de l'erreur quadratique moyenne des prix prédits (retransformés avec correction de Duan) ; COD, PRD, PRB : section 18.6, calculés sur l'échantillon d'estimation.

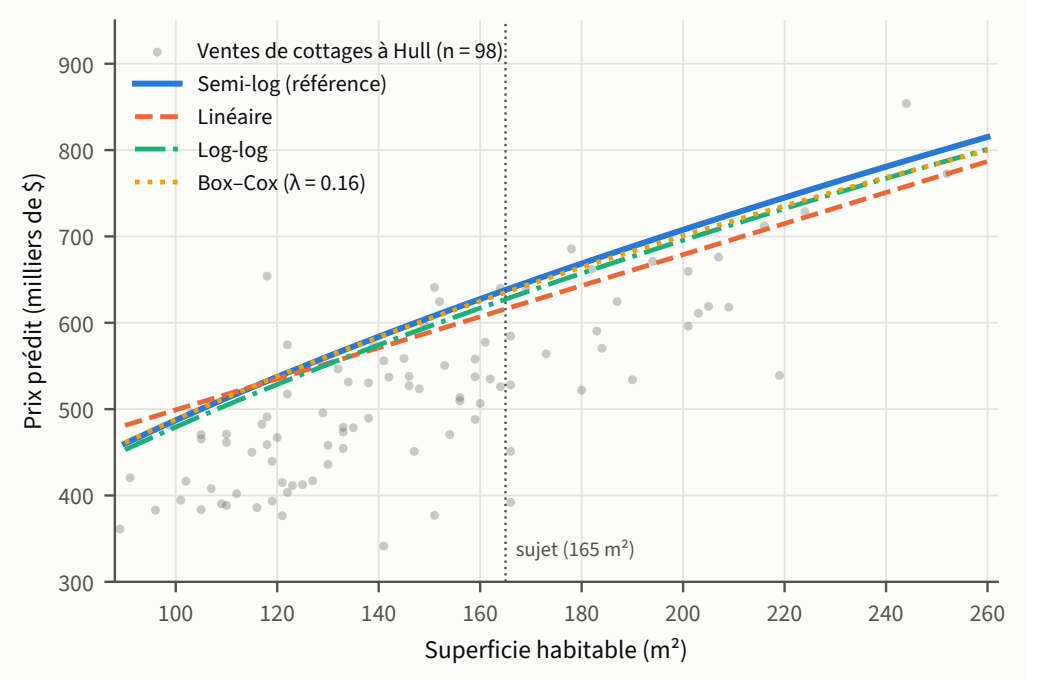


Figure 18.2. Prix prédit selon la superficie habitable, pour un logement ayant les autres attributs du sujet, sous quatre formes fonctionnelles estimées sur les 600 ventes ; les points sont les ventes de cottages du secteur de Hull. Les formes coïncident là où les données sont denses et divergent aux extrémités ; la forme linéaire est la seule à s'écarter nettement au centre.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch18_figures.py`, graine 20261031.

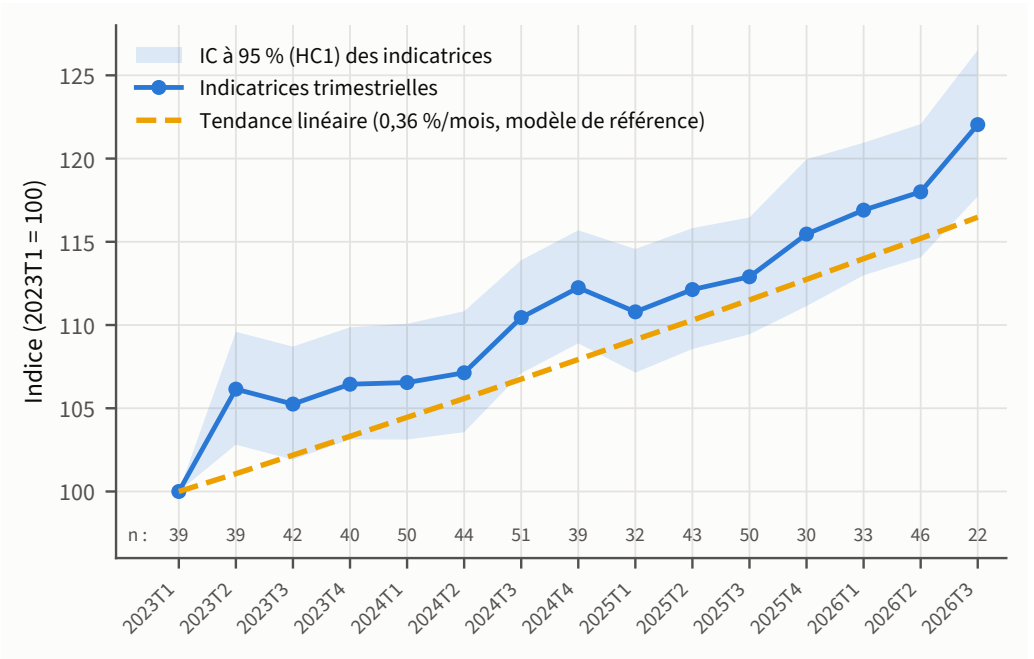


FIGURE 18.3. Deux représentations du temps dans le modèle : l'indice trimestriel obtenu par quinze indicatrices (avec intervalle de confiance à 95 %, HC1) et la tendance linéaire du modèle de référence (0,36 % par mois), base 2023T1 = 100 ; le nombre de ventes par trimestre figure sous l'axe. Le dernier trimestre, qui gouverne l'ajustement de conditions du marché, est le moins précis.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch18_figures.py`, graine 20261031.

TABLEAU 18.6. Prix implicites au sujet du cas 1 dérivés du modèle de référence, $\hat{P}_s = 637\,953$ $ (données synthétiques)

Caractéristique	Unité	$\hat{\beta}$	Prix implicite	Kennedy	E.-t. (delta)
Superficie habitable	$/m²	0,539 1	2 084	—	49
Superficie du terrain	$/m²	0,093 7	96	—	11
Âge, une année de plus (à 28 ans)	$/an	−0,003 6	−2 308	—	159
Conditions du marché, un mois	$/mois	0,003 6	2 319	—	172
Distance au centre (sujet à 2,1 km, dans le plateau)	$/km	−0,003 6	0	—	0
Qualité, un échelon de plus	$	0,061 1	40 182	40 176	2 870
Garage, une place de plus	$	0,032 4	21 031	21 022	3 301
Sous-sol fini (fini plutôt que non fini)	$	0,022 0	14 183	14 168	4 514
Piscine (ajout)	$	0,026 3	17 023	16 999	5 533
Cottage à étages plutôt que plain-pied	$	0,030 1	19 502	19 486	4 517
Secteur Aylmer plutôt que Hull	$	0,085 4	56 886	56 701	16 076
Secteur Gatineau plutôt que Hull	$	−0,022 3	−14 070	−14 137	9 129

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch18_hedonique.py`. Continues : $\hat{\beta}\hat{P}_s$ fois la dérivée de la transformation ; âge : $(\hat{\beta}_{\text{âge}} + 2\hat{\beta}_{\text{âge}^2}\,\text{âge}/100)\hat{P}_s$; indicatrices : $\hat{P}_s[\exp(\hat{\beta}) - 1]$ et correction de Kennedy ; erreur-type par la méthode delta avec HC1, $\hat{P}_s$ tenu pour fixe.

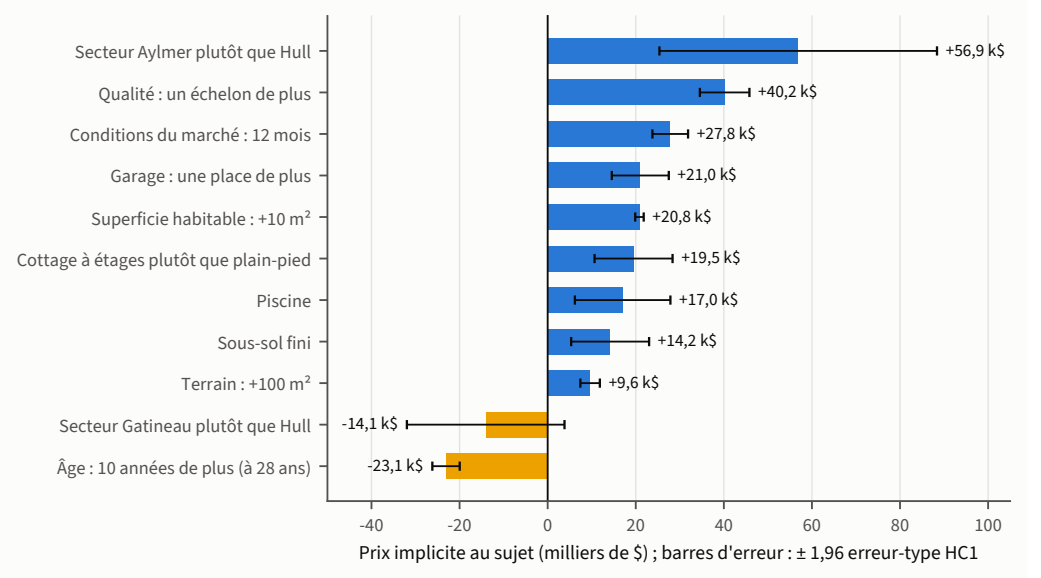


Figure 18.4. Prix implicites au sujet du cas 1, en milliers de dollars, pour des variations typiques de chaque caractéristique (10 m² habitables, 100 m² de terrain, 10 années d'âge, 12 mois de marché, un échelon, une place, une indicatrice), avec des barres d'erreur de $\pm 1{,}96$ erreur-type HC1. La localisation est l'ajustement le plus important et le moins précis.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch18_figures.py`, graine 20261031.

qui remplace l'espérance inconnue de $\exp(\varepsilon)$ par sa moyenne empirique sur les résidus et ne suppose ni la normalité ni une forme particulière de la distribution. Il coïncide avec $\exp(\hat{\sigma}^2/2)$ lorsque les résidus sont normaux, ce qui est le cas de l'exemple (1,00335 contre 1,00345), et s'en écarte sinon ; il suppose en revanche l'homoscédasticité, et en présence d'hétéroscédasticité le facteur doit être calculé par segment. La convention de l'ouvrage applique la correction de Duan à toute prédiction en niveau issue d'un modèle en logarithme, et `traite.cas1.predire` l'implémente. La question « médiane ou moyenne ? » n'est pas que technique : la définition professionnelle de la valeur marchande parle du prix « le plus probable », que l'on peut lire comme un mode ou une médiane, tandis que le cadre de l'espérance conditionnelle du chapitre 16 vise la moyenne ; pour des erreurs symétriques en logarithme, la différence est de l'ordre de $\sigma^2/2$, négligeable ici, et l'évaluateur la déclare lorsqu'elle ne l'est pas.

18.5.2 L'intervalle de prédiction

L'erreur de prédiction du logarithme pour un nouveau logement a deux composantes indépendantes : l'erreur d'estimation des coefficients, de variance $\mathbf{x}_s^{\top} V(\hat{\beta}) \mathbf{x}_s$, et le bruit de transaction propre à la vente future, de variance σ^2. Sous normalité, l'intervalle de prédiction au niveau $1-a$ pour $\ln P_s$ est $\mathbf{x}_s^{\top}\hat{\beta} \pm z_{1-a/2}\sqrt{\hat{\sigma}^2 + \mathbf{x}_s^{\top}\hat{V}\mathbf{x}_s}$ et, retransformé,

$$\left[\exp\!\left(\mathbf{x}_s^{\top}\hat{\beta} - z_{1-a/2}\, s_p\right),\ \exp\!\left(\mathbf{x}_s^{\top}\hat{\beta} + z_{1-a/2}\, s_p\right)\right], \qquad s_p = \sqrt{\hat{\sigma}^2 + \mathbf{x}_s^{\top}\hat{V}_{\mathrm{HC1}}\mathbf{x}_s}, \tag{18.16}$$

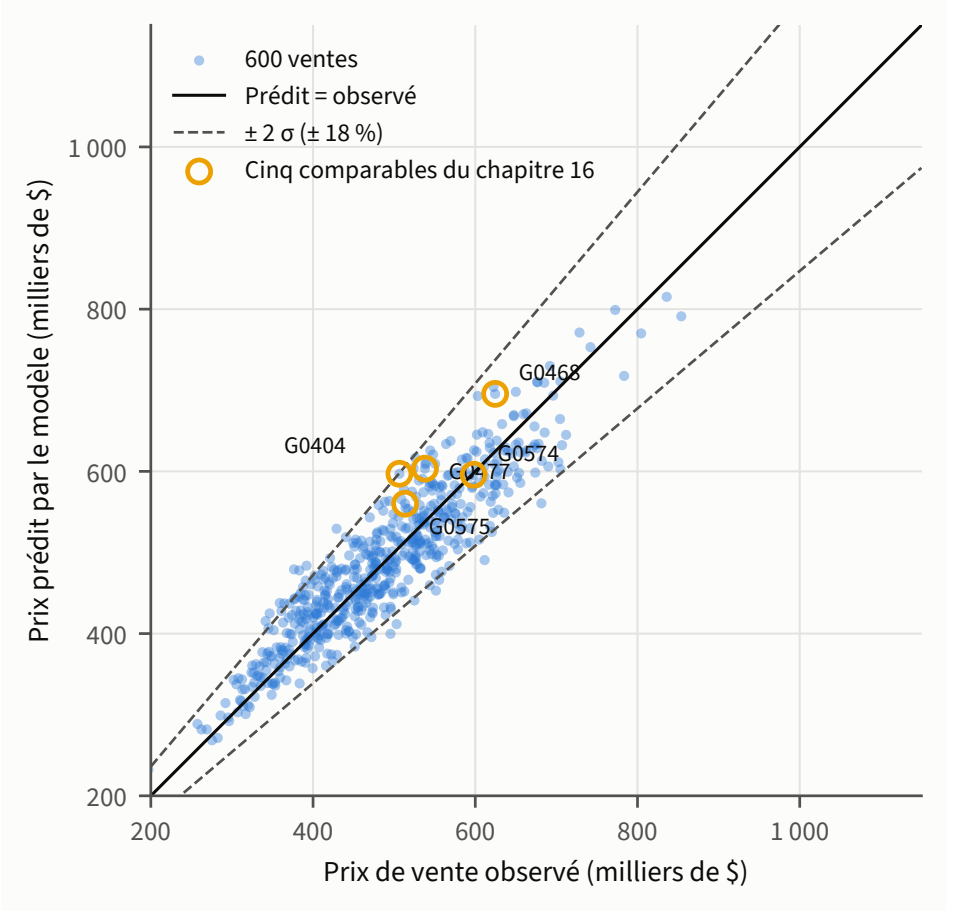


FIGURE 18.5. Prix prédit par le modèle de référence (avec correction de Duan) contre prix observé pour les 600 ventes du cas 1, avec la diagonale et les bandes à $\pm 2\hat{\sigma}$ (± 18 %). Les cinq comparables retenus au chapitre 16 sont encerclés : quatre se situent nettement au-dessus de la diagonale, c'est-à-dire qu'ils se sont vendus sous leur prix prédit.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch18_figures.py`, graine 20261031.

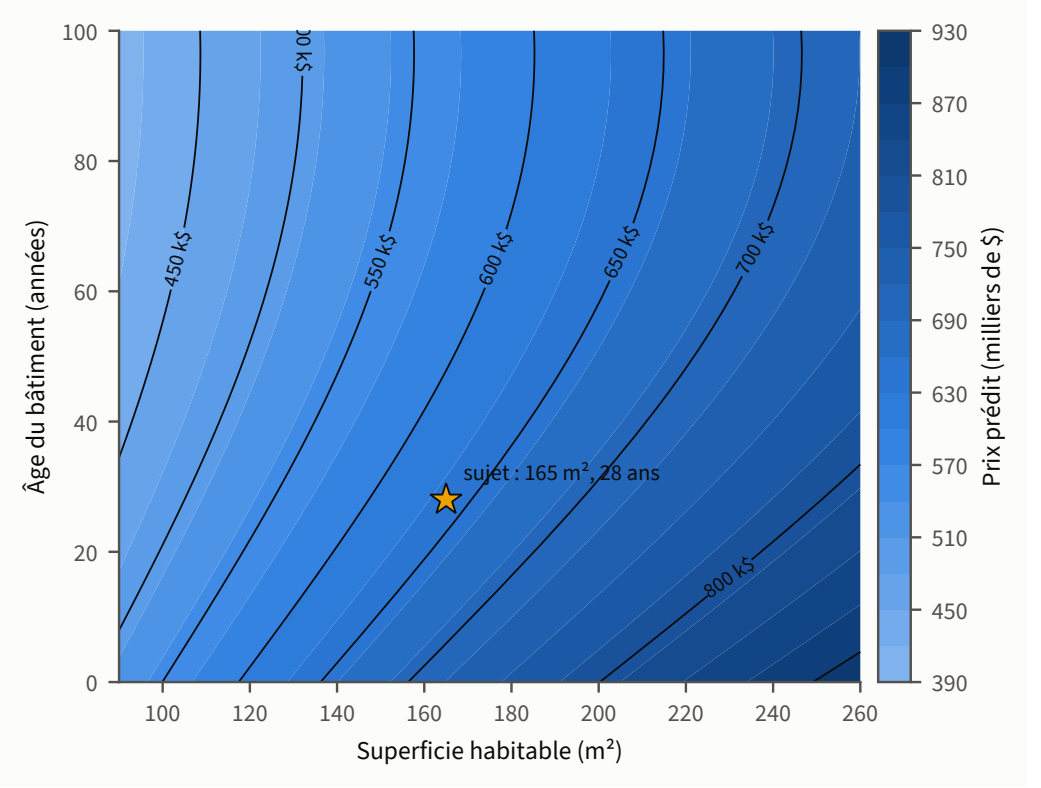


FIGURE 18.6. Surface du prix prédit (milliers de dollars) selon la superficie habitable et l'âge du bâtiment, les autres attributs étant ceux du sujet (étoile). Les courbes de niveau se resserrent vers la gauche, où le mètre carré vaut plus cher, et s'espacent vers le haut, où la dépréciation annuelle diminue.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch18_figures.py`, graine 20261031.

un intervalle asymétrique en dollars, plus long vers le haut. C'est ce que calcule la fonction `intervalle_prediction` du module `traite.cas1`. Trois remarques en gouvernent l'usage. D'abord, la seconde composante domine presque toujours : avec six cents ventes, l'incertitude sur les coefficients ne pèse que 1,5 % de la variance de prédiction au sujet, et aucun ajout de données ne réduira sensiblement l'intervalle, parce que ce qu'il mesure est la dispersion des prix du marché à caractéristiques données. Ensuite, l'intervalle s'élargit lorsque le sujet s'éloigne du centre du nuage des ventes, par le terme $\mathbf{x}_s^{\mathsf{T}} \hat{V} \mathbf{x}_s$; un sujet atypique reçoit un intervalle plus large, ce qui est l'expression quantitative de la mise en garde du chapitre 16 contre les biens sans substituts. Enfin, l'intervalle de prédiction n'est pas un intervalle de confiance pour la valeur marchande : celui-ci, qui porte sur $\mathrm{E}[P_s \mid \mathbf{x}_s]$, ne contiendrait que la première composante et serait, ici, dix fois plus étroit (de l'ordre de ±2 %). La distinction, souvent confondue dans les rapports, est développée au chapitre 20.

18.6 Évaluation de masse et statistiques de ratio

18.6.1 Du modèle à l'évaluation de masse

Lorsque le même modèle sert à estimer des milliers de valeurs à une date de référence commune, on parle d'**évaluation de masse** (en anglais *mass appraisal*) et, lorsque le processus est automatisé de bout en bout, de modèle d'évaluation automatisé (*automated valuation model*, AVM). Le modèle hédonique en est l'outil central depuis les travaux de Gloudemans (1999) et le manuel de Gloudemans et Almy (2011), et l'IAAO lui consacre deux normes, le *Standard on Mass Appraisal of Real Property* (International Association of Assessing Officers 2025) et le *Standard on Automated Valuation Models* (International Association of Assessing Officers 2018), qui renvoient toutes deux au *Standard on Ratio Studies* (International Association of Assessing Officers 2013) pour la mesure de la qualité. La différence avec l'évaluation individuelle n'est pas dans l'équation mais dans l'objectif : le modèle de masse doit être juste *en moyenne* et *uniformément* sur l'ensemble du parc, non précis pour un sujet donné, et il doit l'être à une date de référence passée plutôt qu'à la date du rapport. Le chapitre 9 expose le cadre québécois du rôle d'évaluation foncière ; cette section en présente les instruments de mesure et les applique au modèle de l'exemple.

18.6.2 COD, PRD et PRB

Une **étude de ratios** compare, pour un échantillon de ventes, la valeur estimée V_i au prix P_i par le ratio $r_i = V_i / P_i$. Le niveau d'évaluation est mesuré par la médiane des ratios ; l'uniformité horizontale, c'est-à-dire la dispersion des ratios entre immeubles semblables, par le **coefficient de dispersion** (COD),

$$COD = \frac{100}{\tilde{r}} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} |r_i - \tilde{r}| \,, \tag{18.17}$$

où $\tilde{r}$ est la médiane ; et l'uniformité verticale, c'est-à-dire l'absence de tendance des ratios selon le niveau de valeur, par le **différentiel relatif aux prix** (PRD),

$$PRD = \frac{\bar{r}}{\sum_i V_i / \sum_i P_i}, \tag{18.18}$$

rapport de la moyenne simple des ratios à leur moyenne pondérée par les prix, et par le **biais relatif aux prix** (PRB), pente de la régression de $(r_i - \tilde{r})/\tilde{r}$ sur le logarithme en base 2 d'une valeur de référence $\frac{1}{2}(V_i/\tilde{r} + P_i)$:

$$\frac{r_i - \tilde{r}}{\tilde{r}} = a + PRB \cdot \log_2\!\left(\frac{V_i/\tilde{r} + P_i}{2}\right) + u_i. \tag{18.19}$$

Un PRD supérieur à 1 ou un PRB négatif signalent une évaluation *régressive*, où les biens chers sont relativement sous-évalués ; le PRB a l'avantage de s'exprimer en pourcentage de variation du ratio par doublement de la valeur et d'être assorti d'une erreur-type. Les trois statistiques sont fournies par `traite.hedonique.statistiques_ratio`. Le *Standard on Ratio Studies* de l'IAAO fixe les plages acceptables rappelées au tableau 18.7 : un COD de 5,0 à 10,0 pour le résidentiel unifamilial de secteurs récents ou homogènes et de 5,0 à 15,0 pour les secteurs anciens ou hétérogènes, un niveau d'évaluation entre 0,90 et 1,10, un PRD entre 0,98 et 1,03 et un PRB entre −0,05 et +0,05, un intervalle de confiance à 95 % du PRB entièrement hors de $[-0{,}10; 0{,}10]$ indiquant une iniquité verticale inacceptable ; la norme précise aussi qu'un COD inférieur à 5,0 peut indiquer une « poursuite des ventes » (*sales chasing*), c'est-à-dire des valeurs ajustées sur les prix des ventes connues (International Association of Assessing Officers 2013). Ces plages datent de l'édition approuvée en avril 2013 ; la page de l'IAAO indiquait, à la date de consultation, qu'une révision était en cours de finalisation.

Tableau 18.7. Statistiques de ratio du modèle de référence et du rôle fictif du cas 1, et plages de l'IAAO pour le résidentiel unifamilial

Ensemble	Médiane	COD	PRD	PRB	Remarque
Modèle de référence, échantillon d'estimation ($n = 600$)	0,997	6,68	1,007	−0,058	PRB mécaniquement négatif (voir texte)
Modèle de référence, validation croisée à 10 plis	0,997	6,83	1,007	−0,059	erreur absolue médiane 5,7 %
Rôle fictif 2025 / prix ramenés au 1er juillet 2024	0,925	6,12	0,999	0,064	rôle généré à 0,93 fois la valeur, $\sigma = 0{,}07$
Rôle fictif 2025 / prix bruts (sans rajustement temporel)	0,914	6,90	1,002	0,033	la tendance gonfle le COD
Plage IAAO, unifamilial, secteurs récents ou homogènes	0,90–1,10	5,0–10,0	0,98–1,03	±0,05	Standard on Ratio Studies, table 1-3 et § 9.2
Plage IAAO, unifamilial, secteurs anciens ou hétérogènes	0,90–1,10	5,0–15,0	0,98–1,03	±0,05	idem

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch18_hedonique.py` ; plages : International Association of Assessing Officers (2013), consulté le 31 octobre 2026 (copie 2013 ; révision annoncée).

Appliquées au modèle de référence, ces statistiques donnent un COD de 6,68 sur l'échantillon d'estimation et de 6,83 en validation croisée à dix plis, c'est-à-dire lorsque chaque vente est prédite par un modèle estimé sans elle : le modèle est à peine moins bon hors échantillon qu'en échantillon, ce qui est le signe d'une spécification parcimonieuse, et il se situe dans la plage la plus exigeante de l'IAAO. Le PRD de 1,007 est dans la plage. Le PRB de −0,058 (erreur-type 0,011) est, lui, légèrement en deçà de −0,05, et le lecteur doit

comprendre pourquoi avant d'y voir un défaut : la variable de référence de l'équation (18.19) contient le prix de vente, qui contient le bruit de transaction ε_i ; une vente conclue au-dessus de ce que ses caractéristiques justifient a un prix élevé *et* un ratio faible, ce qui crée une corrélation négative mécanique entre le ratio et la valeur de référence même pour un modèle parfaitement spécifié. Sur des données synthétiques où le modèle est connu pour être sans biais, ce PRB négatif mesure cet artefact, dont l'ampleur croît avec σ ; sur des données réelles, l'analyste doit le garder à l'esprit avant de conclure à une régressivité, et la norme elle-même invite à interpréter le PRB avec son intervalle de confiance.

La troisième ligne du tableau applique les mêmes statistiques à la valeur au rôle fictive du jeu (`valeur_role_2025`), qui a été engendrée comme 93 % de la valeur à la date de référence du 1er juillet 2024 avec un bruit d'écart-type 0,07, en ramenant d'abord chaque prix de vente à cette date par la tendance du modèle ($P_i \exp(-\hat{\beta}_{\text{mois}}\, \text{mois}_i)$), comme le prescrit le Règlement sur la proportion médiane pour les ventes qui ne sont pas contemporaines de la date de référence (Québec 1993a, art. 11–12). La médiane des ratios est de 0,925, le COD de 6,12, le PRD de 0,999 et le PRB de +0,064 : un rôle uniforme mais sous-évalué de 7,5 %, ce qui est précisément ce que la loi de génération a construit. Sans rajustement temporel (quatrième ligne), le COD monte à 6,90 parce que la dérive des prix sur trois ans et demi s'ajoute à la dispersion des ratios : c'est l'illustration de la raison pour laquelle les études de ratios ramènent les prix à la date de référence avant toute comparaison. Pour le sujet lui-même, dont la valeur au rôle fictive est de 468 000 $, le modèle prédit 580 375 $ au 1er juillet 2024, soit un ratio de 0,81, bien en deçà de la médiane de 0,925 du rôle fictif : le dossier de contestation du chapitre 9 part de ce constat.

La proportion médiane et l'uniformité du rôle

Le cadre québécois formalise, pour le rôle d'évaluation foncière, des mesures voisines de celles de l'IAAO. L'article 264 de la Loi sur la fiscalité municipale prévoit que l'évaluateur établit « à quelle proportion médiane de la valeur foncière réelle des unités d'évaluation correspondent les valeurs inscrites au rôle », ainsi que le facteur comparatif, inverse de cette proportion (Québec 1979b, art. 264). Le Règlement sur la proportion médiane du rôle d'évaluation foncière fixe la méthode de l'étude de ratios : ventes d'au moins 5 000 $ (art. 2), liste de base d'au moins trente ventes (art. 5), ventes du deuxième exercice précédent (art. 6), rajustement des prix aux conditions du marché au 1er juillet de cet exercice (art. 11-12), épuration des ratios situés à plus de deux écarts-types de la médiane (art. 15-16), puis médiane des ratios restants (art. 18-19) (Québec 1993a). Le Règlement sur le rôle d'évaluation foncière exige qu'après équilibration la proportion médiane soit « d'au moins 95 % et d'au plus 105 % » (art. 13 al. 2) et plafonne l'écart-type relatif à la médiane des ratios, de 14 % à 36 % selon l'indice de concentration résidentielle unifamiliale de la municipalité (art. 14 et annexe III) (Québec 1994). Cet écart-type relatif joue le rôle du COD, avec un seuil beaucoup moins exigeant que les plages de l'IAAO, et la proportion médiane celui du niveau d'évaluation, avec une plage de ±5 % au lieu de ±10 %. Le Manuel d'évaluation foncière du Québec, édition 2026, consacre sa partie 3 au processus d'évaluation, dont la mesure des taux de variation du marché (3A), l'équilibration (3B) et la comparaison (3C), qui mettent en œuvre des modèles de la famille présentée ici (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 3 : Processus*

d'évaluation (3A Taux de variation du marché, 3B Équilibration, 3C Comparaison, 3D Revenu, 3E Coût, 3F Conciliation) 2026) ; son contenu est protégé par le droit d'auteur du gouvernement du Québec et n'est pas reproduit. À titre d'ordre de grandeur, la Ville de Gatineau publie des facteurs comparatifs de 1,00 pour 2024, 0,98 pour 2025 et 1,02 pour 2026 (Ville de Gatineau 2026b), soit des proportions médianes de 100 %, d'environ 102 % et d'environ 98 % : le rôle fictif du cas 1, à 92,5 %, ne satisferait pas l'exigence de l'article 13 du règlement, et c'est volontaire. Textes consultés sur LégisQuébec et Québec.ca le 31 octobre 2026.

18.7 Analyse de sensibilité

La prédiction hédonique du sujet dépend de deux séries de choix : la spécification du modèle et l'échantillon sur lequel il est estimé. Le tableau 18.5 a mesuré la première : parmi les spécifications correctement situées en logarithme (semi-log, log-log, Box–Cox, indicatrices trimestrielles), la prédiction du sujet varie de 627 260 $ à 649 980 $, soit un intervalle de −1,7 % à +1,9 % autour de la référence ; la forme linéaire (−3,4 %) et l'omission des secteurs (+4,1 %) sortent de cet intervalle, et ce sont précisément les deux spécifications que les diagnostics rejettent. Le tableau 18.8 mesure la seconde en réestimant la spécification de référence sur six sous-échantillons. Restreindre l'estimation au secteur de Hull (186 ventes) abaisse la prédiction à 625 967 $ et le R^2 à 0,79, non parce que le modèle est moins bon, mais parce qu'un échantillon homogène a moins de variance à expliquer et que les coefficients y sont estimés avec moins de précision ; la restriction aux dix-huit derniers mois (236 ventes) la relève à 640 098 $; les cottages seuls (330 ventes) la ramènent à 629 272 $; le retrait des 29 observations influentes la laisse à 636 872 $; la restriction aux superficies de 110 à 230 m² donne 635 048 $. L'élasticité de la superficie reste comprise entre 0,539 et 0,555 dans tous les cas. L'étendue totale, de 625 967 $ à 640 098 $, est de 2,2 % : l'incertitude de spécification et d'échantillonnage, pour un modèle bien spécifié estimé sur plusieurs centaines de ventes, est de l'ordre de deux à trois points de pourcentage, soit quatre à huit fois moins que l'intervalle de prédiction individuel de la section 18.5, et du même ordre que l'incertitude de sélection des comparables mesurée au chapitre 16 (4,4 %). Le chapitre 20 combine ces trois sources.

Tableau 18.8. Sensibilité du modèle de référence et de la prédiction du sujet à l'échantillon d'estimation (données synthétiques)

Échantillon	n	R^2	$\hat{\sigma}$	$\hat{\beta}_{\ln S}$	Sujet ($)	Écart (%)
600 ventes (référence)	600	0,853	0,083 0	0,539	637 953	0,0
Secteur Hull seulement	186	0,793	0,084 5	0,540	625 967	−1,9
Ventes des 18 derniers mois	236	0,850	0,084 6	0,546	640 098	0,3
Cottages à étages seulement	330	0,847	0,084 9	0,544	629 272	−1,4
Sans les 29 observations influentes (Cook $> 4/n$)	571	0,875	0,074 8	0,540	636 872	−0,2
Superficie habitable de 110 à 230 m²	495	0,813	0,083 9	0,555	635 048	−0,5

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch18_hedonique.py`. Même spécification que le tableau 18.3 ; les indicatrices de secteur constantes dans un sous-échantillon sont omises.

En pratique

Un modèle hédonique déposé à l'appui d'une conclusion de valeur doit être documenté de façon qu'un tiers puisse le reproduire : source et période des ventes, filtres d'épuration et nombre de ventes retirées à chaque étape (chapitres 14 et 16), liste des variables et de leurs transformations, tableau des coefficients avec erreurs-types robustes, R^2, $\hat{\sigma}$ et n, diagnostics (au minimum le graphique des résidus, le test d'hétéroscédasticité, les VIF et les observations influentes examinées), facteur de retransformation, prédiction du sujet avec son intervalle, et statistiques de ratio en validation croisée. Le script et les données, ou à défaut leur description exacte, font partie du dossier. Un modèle dont on ne peut produire que la prédiction n'est pas une preuve ; c'est une opinion habillée de chiffres.

Erreurs fréquentes

- *Lire* $100\,\hat{\beta}$ *comme un pourcentage pour une indicatrice de grande ampleur.* Le secteur de Buckingham a un coefficient de $-0{,}250$: l'effet est de $-22{,}1$ %, non de -25 % (équation (18.6)).
- *Comparer les* R^2 *d'un modèle linéaire et d'un modèle en logarithmes.* Les variables dépendantes diffèrent ; on compare des erreurs de prédiction en dollars, des COD ou la vraisemblance de Box–Cox avec son jacobien.
- *Retransformer par la simple exponentielle.* Elle estime la médiane, non la moyenne ; l'erreur vaut $\sigma^2/2$, soit 2 % pour $\sigma = 0{,}20$ (équation (18.15)).
- *Confondre intervalle de prédiction et intervalle de confiance.* Le premier décrit la dispersion des prix possibles (±16 % ici), le second l'incertitude sur la valeur espérée (±2 %) ; le rapport doit dire lequel il communique.
- *Retirer les observations influentes parce qu'elles sont influentes.* On les retire parce que la vérification montre qu'elles ne sont pas des ventes de marché ; sinon on les garde et on le dit.
- *Interpréter un VIF élevé comme un défaut du modèle.* La colinéarité entre l'âge et son carré, ou entre un secteur périphérique et la distance, est structurelle ; elle n'affecte ni la prédiction ni l'effet joint, seulement la lecture séparée des coefficients.
- *Extrapoler hors du nuage des ventes.* Les formes fonctionnelles s'accordent au centre et divergent aux bords (figure 18.2) ; prédire une maison de 400 m² avec un modèle estimé sur des maisons de 90 à 260 m² revient à choisir arbitrairement l'une de ces courbes.
- *Transposer des prix implicites d'un marché à un autre.* La fonction de prix est une enveloppe propre à un marché et à une date (section 18.1).
- *Omettre la localisation faute de données.* L'omission des secteurs a gonflé le gradient de distance de trois fois, divisé par deux l'effet du terrain et surestimé le sujet de 4 % (équation (18.8)).

Limites et mises en garde

- Les données du cas 1 sont synthétiques et engendrées par le modèle même que l'on estime, avec une erreur normale, homoscédastique et sans structure spatiale : la concordance remarquable des diagnostics et la couverture de quinze paramètres sur quinze ne doivent pas être lues comme typiques de données réelles, où la forme vraie est inconnue, les erreurs sont hétéroscédastiques et à queues épaisses, des variables sont omises et les résidus sont spatialement corrélés. L'exemple enseigne la méthode, pas l'ordre de grandeur de son erreur sur un marché réel.
- Les paramètres de génération sont des hypothèses pédagogiques calibrées sur des médianes publiées par l'APCIQ (source d'industrie) et sur la variation du rôle de Gatineau ; les élasticités et primes ne résultent d'aucune estimation sur des ventes réelles de Gatineau.
- Le seuil de 10 pour le VIF et celui de $4/n$ pour la distance de Cook sont des conventions d'usage, non des normes.
- Les plages de COD, PRD et PRB citées proviennent de l'édition 2013 du *Standard on Ratio Studies* de l'IAAO, consultée sur une copie tierce ; la page de l'IAAO annonçait une révision en cours. Les seuils québécois (proportion médiane 95-105 %, écart-type relatif) ont été lus sur LégisQuébec le 31 octobre 2026 ; les facteurs comparatifs de Gatineau proviennent de la page municipale sur les droits de mutation.
- Le modèle de référence ignore la dépendance spatiale fine, les interactions entre attributs et localisation (Can 1992 ; Des Rosiers et al. 2007), les ruptures temporelles et les sous-marchés ; ces extensions relèvent des chapitres 19, 35 et 37.
- La prédiction et l'intervalle supposent que le sujet appartient au marché échantillonné et que ses caractéristiques sont mesurées comme celles des ventes (chapitres 12 et 14) ; un sujet atypique ou mal mesuré n'est pas couvert par l'intervalle calculé.

À retenir

- La fonction de prix hédonique $P(\mathbf{z})$ est l'enveloppe d'équilibre des enchères des acheteurs et des offres des vendeurs ; ses dérivées partielles sont les prix implicites, égaux à la disposition marginale à payer de l'acheteur qui occupe le logement. L'évaluation n'a besoin que de ce premier stade de Rosen : la valeur marchande est $P(\mathbf{z}_s)$ et les ajustements en sont les dérivées.
- La forme semi-logarithmique est la spécification par défaut : variance stabilisée, effets proportionnels transportables, robustesse aux variables omises. Les indicatrices se lisent par $\exp(\hat{\beta}) - 1$, avec la correction de Kennedy si la variance est notable ; la transformation de Box–Cox permet de tester la forme.
- Les MCO avec erreurs-types HC1 sont l'estimateur de référence ; les diagnostics obligatoires sont le graphique des résidus et le test de Breusch–Pagan, le diagramme quantile-quantile, les VIF, les distances de Cook et l'indice de Moran des résidus.
- Sur les 600 ventes du cas 1, le modèle retrouve les quinze paramètres de génération, $R^2 = 0{,}853$ et $\hat{\sigma} = 0{,}083$; au sujet, le mètre carré habitable vaut 2 084 \$/m², l'échelon de qualité 40 182 \$, la place de garage 21 031 \$, le mois de marché 2 319 \$.
- La prédiction en niveau exige la correction de retransformation de Duan ; le sujet

est prédit à 637 953 $, dans un intervalle de prédiction à 95 % de 539 682 $ à 749 087 $ dominé par le bruit de transaction, non par l'incertitude des coefficients.
- En évaluation de masse, la qualité se mesure par le COD (6,8 en validation croisée ici), le PRD et le PRB, à situer dans les plages de l'IAAO ; au Québec, la proportion médiane (95-105 %) et l'écart-type relatif du règlement jouent ce rôle pour le rôle foncier.
- L'incertitude de spécification et d'échantillonnage d'un bon modèle est de l'ordre de deux à trois points de pourcentage ; elle est petite devant la dispersion des prix, et c'est cette dernière qui gouverne l'intervalle communiqué.

Exercices

Exercice 18.1 — Lire les coefficients d'un modèle semi-logarithmique ★

À partir du tableau 18.3 : (a) interprétez le coefficient 0,539 de $\ln(S/140)$; (b) convertissez le coefficient 0,0324 du garage en effet en pourcentage par l'équation (18.6) et comparez à $100\,\hat{\beta}$; (c) faites de même pour le secteur de Buckingham avec $\hat{\beta} = -0{,}250$ et une erreur-type de 0,072, puis appliquez la correction de Kennedy (18.7) ; (d) convertissez le coefficient mensuel 0,0036 en taux annuel composé.

Exercice 18.2 — Prix implicites en dollars au sujet ★

Le sujet est prédit à 638 000 $; il a 165 m² habitables et 28 ans. Avec $\hat{\beta}_{\ln S} = 0{,}539$, $\hat{\beta}_{\text{âge}} = -0{,}0051$, $\hat{\beta}_{\text{âge}^2/100} = 0{,}0026$ et $\hat{\beta}_{\text{piscine}} = 0{,}0263$: (a) calculez le prix implicite marginal du mètre carré habitable ; (b) calculez l'ajustement exact pour 10 m² de plus, $P[(175/165)^{0{,}539} - 1]$, et comparez-le à dix fois le prix marginal ; (c) calculez la dépréciation annuelle implicite à 28 ans puis à 60 ans, et l'âge auquel la dérivée s'annule ; (d) calculez la contribution d'une piscine.

Exercice 18.3 — Transformation de Box–Cox et comparaison des formes ★★

(a) Calculez la transformation de Box–Cox (18.4) d'un prix de 500 000 $ pour $\lambda = 1$, $\lambda = 0{,}5$ et $\lambda \to 0$. (b) Sur le cas 1, $\hat{\lambda} = 0{,}157$ avec un intervalle à 95 % de $[-0{,}036 ; 0{,}353]$: que concluez-vous quant aux formes linéaire et semi-logarithmique ? (c) Expliquez pourquoi le R^2 de 0,839 de la forme linéaire et celui de 0,853 de la semi-log (tableau 18.5) ne permettent pas, à eux seuls, de départager les deux formes, et quelle statistique du tableau le permet.

Exercice 18.4 — Retransformation et intervalle de prédiction ★★

Pour le sujet du cas 1, $\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta} = 13{,}3627$, $\hat{\sigma} = 0{,}0830$, $\mathbf{x}_s^\top \hat{V} \mathbf{x}_s = 0{,}00010$ et la moyenne des exponentielles des résidus vaut 1,0034. (a) Calculez la prédiction naïve $\exp(\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta})$, la prédiction corrigée de Duan et la prédiction corrigée sous l'hypothèse log-normale. (b) Calculez l'écart-type de prédiction, la part de la variance due à l'estimation des coefficients et l'intervalle de prédiction à 95 % (18.16). (c) Que deviendrait la demi-largeur relative de l'intervalle si l'on disposait de dix fois plus de ventes ? Justifiez.

Exercice 18.5 — Étude de ratios ★★

Dix ventes fictives et leurs valeurs estimées par un modèle de masse sont données ci-dessous (en dollars). Calculez les ratios, leur médiane, le COD (18.17) et le PRD (18.18) ; dites si le niveau et l'uniformité respectent les plages de l'IAAO du tableau 18.7, et indiquez, sans le calculer, le signe attendu du PRB.

Prix	312 000	358 500	401 000	445 000	489 500	532 000	598 000	655 000	742 000	895 000
Valeur	298 000	329 000	371 000	405 000	452 000	478 000	539 000	576 000	645 000	752 000

Exercice 18.6 — Variables omises ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch18_hedonique.py`, estimez le modèle de référence sans les indicatrices de secteur et comparez les coefficients de la distance au centre et du terrain, $\hat{\sigma}$ et la prédiction du sujet à ceux du modèle complet. Expliquez chaque déplacement par l'équation (18.8) en raisonnant sur le signe de la corrélation entre les secteurs omis et chaque régresseur. Que se passerait-il si l'on omettait plutôt la variable *qualité* ? Vérifiez votre intuition dans le script.

Exercice 18.7 — Le second stade de Rosen et l'identification ★★★

Un ménage a l'utilité $U = \ln x + \alpha \ln S$, où x est la consommation du bien composite et S la superficie, et la contrainte $y = x + P(S)$, avec une fonction de prix log-log $P(S) = a S^{\beta}$. (a) Écrivez la condition de premier ordre (18.1) et exprimez α en fonction du prix implicite $p_S = \partial P / \partial S$, de S et de x. (b) Avec $\beta = 0{,}539$ et $P = 638\,000\,\$$ pour $S = 165\,\mathrm{m}^2$, calculez p_S à 120, 165 et 220 m². (c) Montrez que, dans un seul marché, la régression du prix implicite p_S sur S parmi les acheteurs observés ne renseigne que sur β et non sur la distribution des α, et expliquez pourquoi l'évaluateur n'en a pas besoin.

Exercice 18.8 — Indicatrices de période ou tendance ? ★★★

À l'aide du script du chapitre, extrayez l'indice trimestriel de la figure 18.3 et la tendance du modèle de référence. (a) Calculez le taux mensuel et le taux annuel composé implicites du coefficient $\hat{\beta}_{\text{mois}}$. (b) Calculez l'écart absolu moyen et l'écart maximal, en pourcentage, entre les deux indices. (c) Le comparable G0404 du chapitre 16 s'est vendu 506 500 $ 15,2 mois avant la date d'évaluation : calculez l'ajustement de conditions du marché par la tendance, puis par le rapport des indices trimestriels, et discutez lequel retenir au regard de la précision du dernier trimestre. (d) En quoi la question se pose-t-elle différemment pour un indice de prix publié (chapitre 35) et pour un ajustement de grille ?

Pour aller plus loin

L'article fondateur de Rosen (1974) reste la lecture première, précédé de Lancaster (1966) pour l'idée que l'utilité porte sur les caractéristiques ; Goodman (1998) raconte la naissance de la méthode chez Court (1939). Les synthèses de Sheppard (1999), dans le *Handbook of Regional and Urban Economics*, et de Malpezzi (2003) couvrent la théorie, la spécification et les biais ; les recensions de Sirmans et al. (2005) et de Khoshnoud et al. (2023) donnent les signes et magnitudes typiques de plus d'une centaine de variables. Sur la forme fonctionnelle, Box et Cox (1964) et surtout Cropper et al. (1988), dont les simulations fondent la préférence pour les formes simples, et sur l'interprétation des indicatrices Halvorsen et Palmquist (1980) et Kennedy (1981). Les questions d'identification du second stade sont traitées par Epple (1987), Ekeland et al. (2004) et Bajari et Benkard (2005) ; les bonnes pratiques contemporaines (effets fixes fins, formes flexibles, robustesse) par Kuminoff et al. (2010) et Bishop et al. (2020). Pour l'inférence robuste et les erreurs en grappes, Wooldridge (2010). Les applications québécoises de l'équipe de l'Université Laval, Des Rosiers et al. (2000), Des Rosiers et al. (2001), Des Rosiers et al. (2002), Thériault et al. (2003) et Des Rosiers et al. (2007), montrent ce qu'un modèle hédonique bien spécifié peut mesurer sur le marché de Québec, et Can (1992) a ouvert la voie aux spécifications spatiales du chapitre 19. Enfin, pour l'évaluation de masse, Gloudemans (1999), Gloudemans et Almy (2011) et McCluskey et al. (2013) complètent les normes de l'IAAO (International Association of Assessing Officers 2013 ; International Association of Assessing Officers 2025 ; International Association of Assessing Officers 2018).

CHAPITRE 19

19

Modèles spatiaux et temporels

Le modèle hédonique du chapitre 18 traite chaque vente comme une observation isolée : le prix d'une maison dépend de ses caractéristiques, d'une date et d'un terme aléatoire indépendant de celui de la maison voisine. Or rien n'est moins indépendant que deux maisons de la même rue. Elles partagent l'école, le bruit de l'autoroute, la réputation du quartier, le même bassin d'acheteurs et souvent le même courtier ; leurs prix se répondent, et ce qui n'est pas mesuré pour l'une ne l'est pas non plus pour l'autre. Le présent chapitre introduit les outils qui prennent cette interdépendance au sérieux. Il distingue d'abord deux phénomènes que le langage courant confond, la *dépendance* spatiale, qui porte sur les résidus, et l'*hétérogénéité* spatiale, qui porte sur les coefficients ; il construit ensuite les matrices de pondération qui formalisent la notion de voisinage, y compris dans sa dimension temporelle, puis il présente les tests, les modèles autorégressifs, la régression géographiquement pondérée, les effets fixes et le krigeage. L'exemple intégral reprend les 600 ventes du dossier de Gatineau et pose une question simple que l'évaluateur doit se poser devant tout modèle : les résidus sont-ils encore corrélés dans l'espace, et si oui, qu'est-ce que cela révèle ?

Objectifs pédagogiques

- Distinguer la dépendance spatiale de l'hétérogénéité spatiale et reconnaître les conséquences de chacune pour l'estimation par moindres carrés ordinaires.
- Construire et standardiser une matrice de pondération spatiale (contiguïté, plus proches voisins, distance inverse) et une matrice spatio-temporelle qui ne fait parler que les ventes antérieures.
- Tester la dépendance spatiale des résidus par la statistique I de Moran, le corrélogramme et les tests du multiplicateur de Lagrange, et en déduire la forme de modèle appropriée.
- Estimer par maximum de vraisemblance les modèles à décalage spatial (SAR), à erreur spatiale (SEM) et de Durbin spatial (SDM), et interpréter correctement leurs effets directs, indirects et totaux.
- Estimer une régression géographiquement pondérée, choisir sa bande passante par validation croisée et cartographier les coefficients locaux sans sur-interpréter leurs

variations.
- Modéliser le résidu de localisation par un variogramme et un krigeage ordinaire, et comparer les indications de valeur qui en résultent pour un sujet.

19.1 Dépendance et hétérogénéité spatiales

19.1.1 Pourquoi l'espace compte

Trois mécanismes font que les prix de maisons voisines ne sont pas indépendants. Le premier est celui des *externalités de voisinage* : la qualité de l'école, l'entretien des propriétés adjacentes, la vue, la proximité d'un parc ou d'une artère bruyante affectent simultanément toutes les maisons d'un même secteur, et ces attributs ne figurent presque jamais dans les bases de données de transactions. Le deuxième est celui des *sous-marchés* : les acheteurs raisonnent par quartier, les courtiers aussi, et un même panier de caractéristiques ne se négocie pas au même prix à Aylmer et à Masson-Angers ; la segmentation étudiée au chapitre 15 est la forme la plus grossière de la dépendance spatiale, celle que l'on capte par des indicatrices de secteur. Le troisième mécanisme est propre au processus de formation des prix : vendeurs, acheteurs, courtiers et évaluateurs fixent leurs attentes à partir des ventes récentes du voisinage, de sorte que le prix d'une maison dépend *directement* des prix auxquels ses voisines se sont vendues peu avant (Des Rosiers et al. 2011). Ce dernier mécanisme a une direction temporelle : ce sont les ventes antérieures qui informent les ventes postérieures, non l'inverse, et le section 19.2 en tirera les conséquences.

La formule de Tobler, selon laquelle tout interagit avec tout mais les choses proches interagissent davantage que les choses éloignées, résume ces mécanismes, mais elle les confond aussi. Pour l'économètre, il importe de séparer deux situations qui appellent des remèdes différents.

Définition 19.1 : Dépendance spatiale

Il y a **dépendance spatiale** (ou autocorrélation spatiale) lorsque la covariance entre les termes d'erreur, ou entre les variables dépendantes, de deux observations est une fonction non nulle de leur position relative dans l'espace : $\mathrm{Cov}[\varepsilon_i, \varepsilon_j] \neq 0$ pour des observations i et j voisines. Elle est positive si des résidus de même signe tendent à se regrouper, négative s'ils alternent.

Définition 19.2 : Hétérogénéité spatiale

Il y a **hétérogénéité spatiale** lorsque la relation entre le prix et les caractéristiques varie d'un lieu à l'autre : les coefficients β, la variance σ^2 ou la forme fonctionnelle dépendent de la position. L'élasticité du prix à la superficie peut être plus faible dans un quartier central dense que dans une banlieue pavillonnaire ; la prime du garage peut être nulle là où le stationnement sur rue est abondant.

Les deux phénomènes coexistent souvent et l'un peut se déguiser en l'autre : une hétérogénéité ignorée produit des résidus corrélés dans l'espace, et une dépendance ignorée peut

faire croire à des coefficients instables lorsqu'on estime le modèle par sous-échantillons. La figure 19.1 ordonne les modèles de ce chapitre selon le phénomène qu'ils visent et la manière dont ils le traitent. Les modèles à effets fixes et les modèles autorégressifs traitent la dépendance ; la régression géographiquement pondérée traite l'hétérogénéité ; le krigeage traite la dépendance résiduelle en vue de la prédiction. Anselin (1988) a fixé le cadre d'ensemble, LeSage et Pace (2009) l'interprétation des modèles autorégressifs, et Dubé et Legros (2014) ont adapté ces outils aux microdonnées immobilières, qui ont la particularité d'être localisées en des points irréguliers et datées.

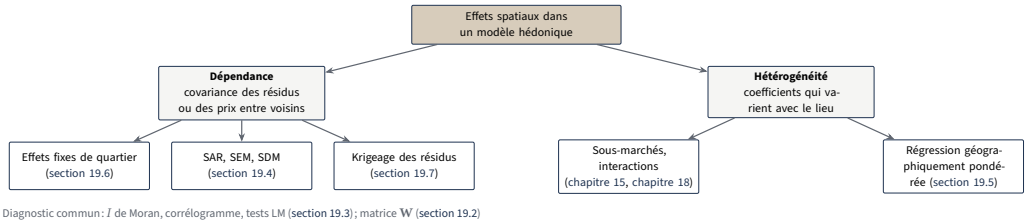


Figure 19.1. Les deux familles d'effets spatiaux et les outils qui leur répondent. La dépendance se diagnostique sur les résidus et se traite par des effets fixes, des modèles autorégressifs ou le krigeage ; l'hétérogénéité se traite par la segmentation ou par des coefficients locaux.
Source : schéma de l'auteur, d'après Anselin (1988) et Dubé et Legros (2014).

19.1.2 Le modèle hédonique avec effets spatiaux et temporels

L'écriture générale retenue dans l'ouvrage pour le modèle hédonique,

$$\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^\top \beta + \tau_{t(i)} + \mu_{s(i)} + \varepsilon_i, \tag{19.1}$$

contient déjà un effet temporel $\tau_{t(i)}$ et un effet spatial $\mu_{s(i)}$. Tout ce chapitre peut se lire comme une discussion de la nature de μ. Dans le modèle de référence du cas 1 (fonction `hedonique` du module `traite.cas1`), $\mu_{s(i)}$ est un effet fixe de secteur, cinq constantes pour les cinq secteurs de Gatineau, complété par un gradient de distance au centre. Cette spécification suppose que la localisation agit par paliers, identiques pour toutes les maisons d'un secteur, et qu'à l'intérieur d'un secteur les résidus sont indépendants. Les modèles de ce chapitre relâchent ces deux hypothèses : μ peut être une surface continue (krigeage, régression géographiquement pondérée), un processus autorégressif qui lie chaque résidu à ceux de ses voisins (modèle à erreur spatiale), ou encore une dépendance directe du prix aux prix voisins (modèle à décalage spatial). De même, τ peut être une tendance linéaire, une suite d'indicatrices trimestrielles, ou une pondération des ventes antérieures qui décroît avec leur ancienneté.

19.1.3 Ce que la dépendance fait aux moindres carrés

Les conséquences de la dépendance spatiale pour l'estimateur des moindres carrés ordinaires dépendent de sa forme. Si la dépendance réside dans le terme d'erreur, comme dans le modèle à erreur spatiale de la section 19.4, les coefficients MCO restent sans biais et convergents, mais ils ne sont plus efficaces et, surtout, leurs erreurs-types habituelles sont fausses : avec une autocorrélation positive, chaque observation apporte moins d'information qu'une observation indépendante, l'échantillon « effectif » est plus petit que n, et les erreurs-types

usuelles, même robustes à l'hétéroscédasticité, sous-estiment l'incertitude. Les intervalles de confiance sur les prix implicites, et donc sur les ajustements qu'on en dérive au chapitre 17, sont trop étroits.

Si la dépendance porte sur la variable dépendante elle-même, c'est-à-dire si le prix d'une maison dépend des prix des maisons voisines, la situation est plus grave. Écrivons $\mathbf{y} = \rho\mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\beta + \varepsilon$, où $\mathbf{W}\mathbf{y}$ est le vecteur des moyennes des prix voisins (la matrice $\mathbf{W}$ est définie à la section 19.2). Le régresseur $\mathbf{W}\mathbf{y}$ est corrélé avec ε, parce que le prix de la voisine dépend de son propre terme d'erreur, lequel se répercute sur le prix du sujet, et ainsi de suite. L'estimateur MCO de ρ est alors biaisé et non convergent, et le biais contamine $\hat{\beta}$. Omettre purement et simplement $\mathbf{W}\mathbf{y}$ ne vaut guère mieux : la variable omise est corrélée avec $\mathbf{X}$ par l'intermédiaire des caractéristiques des voisines, et les coefficients absorbent une part de l'effet de voisinage. Le tableau 19.3 illustrera le phénomène : le coefficient du terrain passe du simple au double selon que la localisation est ou non modélisée.

La leçon pratique est double. D'abord, un diagnostic de dépendance spatiale sur les résidus fait partie des vérifications normales d'un modèle hédonique, au même titre que l'hétéroscédasticité ou la multicolinéarité du chapitre 18. Ensuite, la forme de la dépendance détermine le remède : les tests de la section 19.3 sont construits pour la révéler.

19.2 Les matrices de pondération spatiale

19.2.1 Formaliser le voisinage

Toute l'économétrie spatiale repose sur une **matrice de pondération spatiale $\mathbf{W}$**, carrée d'ordre n, dont l'élément w_{ij} mesure l'intensité du lien entre les observations i et j ; sa diagonale est nulle, une observation n'étant pas sa propre voisine. Trois constructions dominent pour les microdonnées immobilières, où chaque vente est un point. La *contiguïté*, naturelle pour des polygones (municipalités, secteurs de recensement), s'applique aux points par l'intermédiaire d'une triangulation ou des lots cadastraux ; elle est rarement disponible. Les *k plus proches voisins* attribuent un poids de un aux k ventes les plus proches de i et zéro aux autres : chaque observation a exactement k voisines, ce qui évite les observations isolées, mais le rayon de voisinage varie avec la densité des ventes. La *distance inverse* attribue un poids $d_{ij}^{-\gamma}$ à toutes les ventes situées à moins d'une portée $d_{\max}$: le voisinage a une étendue fixe, mais le nombre de voisines varie, et une portée trop courte laisse des lignes vides.

La matrice est presque toujours **standardisée en ligne**,

$$w_{ij} = \frac{w_{ij}^{*}}{\sum_{l=1}^{n} w_{il}^{*}}, \qquad \sum_{j} w_{ij} = 1, \tag{19.2}$$

de sorte que le **décalage spatial** $(\mathbf{W}\mathbf{y})_i = \sum_j w_{ij} y_j$ est une moyenne pondérée des valeurs voisines, comparable d'une observation à l'autre. La standardisation a deux conséquences mathématiques utiles. La plus grande valeur propre de $\mathbf{W}$ vaut alors exactement un, de sorte que le paramètre autorégressif ρ des modèles de la section 19.4 est contraint à l'intervalle $(1/\omega_{\min}, 1)$, où $\omega_{\min}$ est la plus petite valeur propre réelle ; et le vecteur unité est un vecteur propre de $\mathbf{W}$, $\mathbf{W}\mathbf{1} = \mathbf{1}$, ce qui simplifie le calcul des effets totaux (proposition 19.2). En revanche, une matrice standardisée en ligne n'est plus symétrique, et les valeurs propres d'une matrice de k plus proches voisins peuvent être complexes ; le déterminant jacobien

qui intervient dans la vraisemblance se calcule alors avec les modules, $|\det(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})| = \prod_i |1 - \rho\,\omega_i|$.

Les coordonnées des ventes doivent être exprimées dans un système métrique avant tout calcul de distance. Des latitudes et longitudes en degrés ne s'y prêtent pas, un degré de longitude valant à Gatineau environ 78 kilomètres contre 111 pour un degré de latitude. Une projection équirectangulaire locale, $x = (\lambda - \lambda_0)\,111{,}32\cos\varphi_0$ et $y = (\varphi - \varphi_0)\,110{,}57$ en kilomètres autour d'un point de référence (φ_0, λ_0), suffit à l'échelle d'une agglomération ; au-delà, on utilise la projection officielle du Québec (chapitre 38). Rappelons que les coordonnées du cas 1 sont synthétiques et que les cartes de ce chapitre ne représentent aucun lieu réel ; les questions de géocodage et de confidentialité des adresses sont traitées au chapitre 14.

19.2.2 La matrice spatio-temporelle de Dubé et Legros

Les ventes immobilières ne sont pas seulement localisées, elles sont datées, et une matrice purement spatiale fait parler une vente de 2026 pour expliquer une vente de 2023, ce qui est absurde pour le troisième mécanisme de la section 19.1. Dubé et Legros (2013) ont proposé de combiner une pondération spatiale s_{ij} et une pondération temporelle t_{ij} en une matrice **spatio-temporelle**

$$w^{*}_{ij} = s_{ij}\,t_{ij}, \qquad s_{ij} = d_{ij}^{-\gamma}\,\mathbb{1}\{0 < d_{ij} \le d_{\max}\}, \qquad t_{ij} = \mathbb{1}\{0 < t_i - t_j \le T\}, \tag{19.3}$$

où $t_i - t_j$ est le délai, en mois, entre la vente j et la vente i. Le facteur temporel est *unidirectionnel* : seules les ventes conclues avant i, et depuis moins de T mois, pèsent sur i. On peut lui substituer une fonction décroissante du délai, et Dubé et Legros (2014) discutent plusieurs choix ; la forme indicatrice suffit ici. La matrice est ensuite standardisée en ligne par l'équation (19.2). Deux particularités en découlent. Les premières ventes de la période, et les ventes isolées, n'ont aucune voisine antérieure : leur ligne est nulle et leur décalage vaut zéro, ce qui oblige soit à les exclure de l'estimation du modèle à décalage, soit à les conserver seulement comme voisines des ventes suivantes. Surtout, si les observations sont ordonnées par date, la matrice est strictement triangulaire inférieure.

Proposition 19.1 : Jacobien d'une matrice spatio-temporelle unidirectionnelle

Si $\mathbf{W}$ est construite selon l'équation (19.3) avec un facteur temporel unidirectionnel, alors toutes ses valeurs propres sont nulles et $\det(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W}) = 1$ pour tout ρ.

Démonstration. Ordonnons les observations par date de vente croissante. Pour $j \ge i$, la vente j n'est pas antérieure à i, donc $t_{ij} = 0$ et $w_{ij} = 0$: la matrice est strictement triangulaire inférieure. La standardisation en ligne ne modifie pas la position des zéros. Les valeurs propres d'une matrice triangulaire sont ses éléments diagonaux, tous nuls, et celles de $\mathbf{I} - \rho\mathbf{W}$ valent toutes un ; le déterminant, produit des valeurs propres, vaut un. Le résultat ne dépend pas de l'ordre choisi, le déterminant étant invariant par permutation simultanée des lignes et des colonnes. □

La proposition a une conséquence pratique importante : le terme jacobien de la vraisemblance disparaît, et le modèle à décalage spatio-temporel s'estime par moindres carrés ordinaires sur $[\mathbf{W}\mathbf{y}, \mathbf{X}]$, le décalage étant *prédéterminé* au sens des séries chronologiques.

Cette simplicité a un prix : l'estimateur n'est convergent que si les erreurs ne sont pas elles-mêmes autocorrélées dans l'espace, car la vente antérieure voisine porte le même résidu de quartier que le sujet. L'exemple de la section 19.8 montrera que, dans le jeu du cas 1, le décalage spatio-temporel capte une partie seulement de la dépendance résiduelle.

19.2.3 Choisir la matrice

Le choix de $\mathbf{W}$ est la décision la plus discutée et la moins théorisée de l'économétrie spatiale. Aucun test ne désigne la « bonne » matrice ; le critère d'information et la vraisemblance permettent de comparer des matrices entre elles pour un même modèle, mais la comparaison est fragile et les paramètres autorégressifs ne sont pas comparables d'une matrice à l'autre, un fait que la section 19.9 illustrera. En pratique, on construit la matrice à partir de ce que l'on sait du mécanisme : quelques plus proches voisins si l'on pense aux comparables qu'un acheteur regarde, une portée fixe si l'on pense à une externalité physique dont l'effet s'éteint avec la distance, une pondération spatio-temporelle si l'on pense à l'ancrage sur les ventes récentes. Et l'on vérifie que les conclusions ne dépendent pas de choix raisonnables différents. Dans ce chapitre, la matrice de référence est celle des huit plus proches voisins, standardisée en ligne ; les variantes à quatre, six, douze et seize voisins et les matrices de distance inverse à deux, trois et quatre kilomètres servent à l'analyse de sensibilité.

19.3 Tester la dépendance spatiale

19.3.1 La statistique I de Moran

La statistique de Moran est au spatial ce que le coefficient d'autocorrélation d'ordre un est aux séries chronologiques. Pour une variable $z_i = x_i - \bar{x}$ centrée et une matrice $\mathbf{W}$ de somme $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$,

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\mathbf{z}^\top \mathbf{W} \mathbf{z}}{\mathbf{z}^\top \mathbf{z}} = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_i z_i^2}. \tag{19.4}$$

Avec une matrice standardisée en ligne, $S_0 = n$ et I est la pente de la régression du décalage spatial $\mathbf{W}\mathbf{z}$ sur $\mathbf{z}$: c'est la lecture graphique du « diagramme de Moran ». Sous l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation et de normalité des z_i, l'espérance et la variance sont connues (Anselin 1988) :

$$\mathrm{E}[I] = -\frac{1}{n-1}, \qquad \mathrm{Var}[I] = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2-1)\, S_0^2} - \mathrm{E}[I]^2, \tag{19.5}$$

avec $S_1 = \tfrac{1}{2} \sum_i \sum_j (w_{ij} + w_{ji})^2$ et $S_2 = \sum_i \big(\sum_j w_{ij} + \sum_j w_{ji} \big)^2$. La statistique centrée réduite $z_I = (I - \mathrm{E}[I]) / \sqrt{\mathrm{Var}[I]}$ est comparée à la loi normale. L'espérance sous l'hypothèse nulle est légèrement négative, $-1/599 \approx -0{,}0017$ pour le cas 1, ce qui rappelle qu'un I nul n'est pas tout à fait l'absence de dépendance. Une inférence par permutations, qui recalcule I après avoir mélangé aléatoirement les valeurs entre les positions, dispense de l'hypothèse de normalité ; les deux approches donnent des résultats très voisins pour 600 observations.

Appliquée aux résidus d'une régression, la statistique de Moran garde son interprétation descriptive, mais ses moments sous l'hypothèse nulle sont modifiés par le fait que les résidus MCO sont des combinaisons linéaires des erreurs, contraintes par les régresseurs ; Anselin

(1988) en donne la version corrigée. L'écart est faible lorsque n est grand par rapport au nombre de régresseurs, et la version simple de l'équation (19.5) est celle qu'utilise le script de ce chapitre ; la version corrigée donne, pour les résidus du cas 1 sans indicatrices de secteur, une statistique de 17,3 contre 17,1.

Le **corrélogramme** spatial raffine le diagnostic en calculant I pour une suite de matrices binaires, chacune ne retenant que les paires dont la distance tombe dans une bande donnée. Il montre à quelle distance la dépendance s'éteint, et il révèle des structures que la statistique globale masque : une dépendance forte jusqu'à quelques kilomètres puis négative au-delà signale des sous-marchés de taille finie plutôt qu'une décroissance continue, comme on le verra à la figure 19.3.

19.3.2 Les tests du multiplicateur de Lagrange

La statistique de Moran détecte la dépendance mais ne dit pas si elle vient du terme d'erreur ou de la variable dépendante. Les tests du **multiplicateur de Lagrange** (LM), calculés à partir des seuls résidus MCO $\mathbf{e}$, répondent à cette question (Anselin 1988). Avec $\hat{\sigma}^2 = \mathbf{e}^\top\mathbf{e}/n$, $T = \operatorname{tr}[(\mathbf{W}^\top + \mathbf{W})\mathbf{W}]$, $\mathbf{M} = \mathbf{I} - \mathbf{X}(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^\top$ et $R_J = (\mathbf{W}\mathbf{X}\hat{\beta})^\top\mathbf{M}(\mathbf{W}\mathbf{X}\hat{\beta})/\hat{\sigma}^2 + T$, le test de l'hypothèse $\lambda = 0$ dans le modèle à erreur spatiale et le test de $\rho = 0$ dans le modèle à décalage s'écrivent

$$\mathrm{LM}_{\mathrm{err}} = \frac{\left(\mathbf{e}^\top\mathbf{W}\mathbf{e}/\hat{\sigma}^2\right)^2}{T}, \qquad \mathrm{LM}_{\mathrm{lag}} = \frac{\left(\mathbf{e}^\top\mathbf{W}\mathbf{y}/\hat{\sigma}^2\right)^2}{R_J}, \tag{19.6}$$

chacun suivant asymptotiquement une loi du χ^2 à un degré de liberté sous son hypothèse nulle. Le numérateur du premier est, à un facteur près, le carré de la statistique de Moran des résidus ; celui du second mesure la corrélation entre les résidus et le décalage de la variable dépendante. Le problème est que chaque test rejette aussi en présence de l'autre forme de dépendance. Les versions *robustes*, dues à Anselin et à ses coauteurs et présentées dans Elhorst (2014), corrigent chaque statistique de la présence éventuelle de l'autre forme :

$$\mathrm{RLM}_{\mathrm{lag}} = \frac{\left(d_\rho - d_\lambda\right)^2}{R_J - T}, \qquad \mathrm{RLM}_{\mathrm{err}} = \frac{\left(d_\lambda - T R_J^{-1} d_\rho\right)^2}{T\left(1 - T R_J^{-1}\right)}, \tag{19.7}$$

avec $d_\rho = \mathbf{e}^\top\mathbf{W}\mathbf{y}/\hat{\sigma}^2$ et $d_\lambda = \mathbf{e}^\top\mathbf{W}\mathbf{e}/\hat{\sigma}^2$. La règle de décision usuelle est séquentielle : si aucun test simple n'est significatif, le modèle MCO suffit ; si les deux le sont, on regarde les versions robustes et l'on retient la forme dont la version robuste reste significative ; si les deux versions robustes sont significatives, on envisage un modèle combinant les deux formes ou, plus souvent, on soupçonne une spécification déficiente (variables omises, forme fonctionnelle) dont la dépendance spatiale n'est que le symptôme. L'exemple du cas 1 est, à cet égard, un cas d'école.

En pratique

Le diagnostic spatial d'un modèle hédonique tient en trois gestes, qui devraient figurer au dossier de tout modèle utilisé pour dériver des ajustements ou des indications de valeur : la carte des résidus sur les coordonnées des ventes, qui montre à l'œil les grappes de sur- et de sous-évaluation ; la statistique de Moran des résidus avec sa valeur z, pour

une matrice de voisinage déclarée ; et les quatre tests LM, qui orientent vers un remède. Un modèle dont les résidus sont spatialement corrélés n'est pas inutilisable, mais ses erreurs-types sont trompeuses et sa prédiction pour un sujet donné peut être améliorée par l'information des ventes voisines, ce que la section 19.7 montre.

19.4 Les modèles autorégressifs spatiaux : SAR, SEM et SDM

19.4.1 Trois façons d'introduire le voisinage

Le **modèle à décalage spatial** (SAR, *spatial autoregressive* ou *spatial lag model*) fait dépendre le prix d'une maison de la moyenne pondérée des prix de ses voisines :

$$\mathbf{y} = \rho\,\mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\beta + \varepsilon, \qquad \varepsilon \sim \mathcal{N}(\mathbf{o}, \sigma^2\mathbf{I}), \tag{19.8}$$

où $\mathbf{y}$ est le vecteur des logarithmes des prix. Le paramètre ρ mesure l'intensité de l'interaction ; sa forme réduite,

$$\mathbf{y} = (\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^{-1}\mathbf{X}\beta + (\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^{-1}\varepsilon = \sum_{m=0}^{\infty} \rho^m \mathbf{W}^m\,(\mathbf{X}\beta + \varepsilon)\,, \tag{19.9}$$

montre que les caractéristiques et le choc de chaque maison se propagent à ses voisines ($\mathbf{W}$), puis aux voisines de ses voisines ($\mathbf{W}^2$), avec une intensité qui décroît géométriquement. Le développement en série converge pour $|\rho| < 1$ lorsque $\mathbf{W}$ est standardisée en ligne. Le SAR est le modèle naturel du troisième mécanisme de la section 19.1, l'ancrage sur les prix voisins, et il est le plus souvent invoqué dans la littérature sur les « effets de pairs » immobiliers (Des Rosiers et al. 2011).

Le **modèle à erreur spatiale** (SEM, *spatial error model*) laisse la relation entre prix et caractéristiques intacte et place la dépendance dans le terme d'erreur :

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{u}, \qquad \mathbf{u} = \lambda\,\mathbf{W}\mathbf{u} + \varepsilon, \qquad \text{d'où } \mathbf{u} = (\mathbf{I} - \lambda\mathbf{W})^{-1}\varepsilon. \tag{19.10}$$

La matrice de covariance de $\mathbf{u}$ vaut $\sigma^2[(\mathbf{I}-\lambda\mathbf{W})^{\mathsf{T}}(\mathbf{I}-\lambda\mathbf{W})]^{-1}$: des maisons voisines partagent une composante de leur résidu, ce qui est exactement ce que produisent des attributs de voisinage omis. Le SEM est le modèle naturel des deux premiers mécanismes, externalités et sous-marchés non mesurés, et Dubin (1988) l'a introduit en évaluation immobilière sous une forme voisine, avec une covariance décroissant continûment avec la distance plutôt que définie par une matrice de voisinage ; le section 19.7 revient sur cette parenté.

Le **modèle de Durbin spatial** (SDM) ajoute au SAR les décalages spatiaux des caractéristiques :

$$\mathbf{y} = \rho\,\mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\beta + \mathbf{W}\mathbf{X}_{-1}\theta + \varepsilon, \tag{19.11}$$

où $\mathbf{X}_{-1}$ est la matrice des régresseurs sans la constante, qui serait colinéaire à son propre décalage. Le prix d'une maison dépend alors de ses caractéristiques, des prix voisins et des caractéristiques voisines : une grande maison entourée de petites ne se vend pas comme une grande maison entourée de grandes. LeSage et Pace (2009) recommandent le SDM comme point de départ parce qu'il emboîte le SAR ($\theta = \mathbf{o}$), le SEM ($\theta = -\lambda\beta_{-1}$, ce que l'on vérifie en multipliant l'équation (19.10) par $\mathbf{I} - \lambda\mathbf{W}$) et le modèle SLX à décalages des seuls régresseurs ($\rho = 0$), et parce que ses estimations de β restent convergentes lorsque des variables omises sont spatialement corrélées avec les régresseurs inclus. Son coût est un nombre de paramètres presque doublé et une interprétation plus délicate des effets.

19.4.2 L'estimation par maximum de vraisemblance

Sous normalité des innovations, la log-vraisemblance du SAR s'écrit

$$\ell(\rho, \beta, \sigma^2) = \ln|\det(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})| - \frac{n}{2}\ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2}(\mathbf{y} - \rho\mathbf{W}\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)^\top(\mathbf{y} - \rho\mathbf{W}\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta). \tag{19.12}$$

Le premier terme est le jacobien de la transformation de ε en $\mathbf{y}$; c'est lui qui distingue le maximum de vraisemblance des moindres carrés appliqués naïvement à l'équation (19.8), et c'est lui qui pénalise les valeurs de ρ proches des bornes. La maximisation se fait en deux temps. Pour ρ fixé, les estimateurs de β et de σ^2 sont ceux des moindres carrés sur la variable transformée $\mathbf{y} - \rho\mathbf{W}\mathbf{y}$; en notant $\mathbf{b}_0$ et $\mathbf{b}_L$ les coefficients des régressions de $\mathbf{y}$ et de $\mathbf{W}\mathbf{y}$ sur $\mathbf{X}$, et $\mathbf{e}_0$, $\mathbf{e}_L$ leurs résidus, on a $\hat\beta(\rho) = \mathbf{b}_0 - \rho\mathbf{b}_L$ et $\hat\sigma^2(\rho) = (\mathbf{e}_0 - \rho\mathbf{e}_L)^\top(\mathbf{e}_0 - \rho\mathbf{e}_L)/n$. La **vraisemblance concentrée**

$$\ell_c(\rho) = \sum_{i=1}^{n}\ln|1 - \rho\,\omega_i| - \frac{n}{2}\ln\!\big(2\pi\,\hat\sigma^2(\rho)\big) - \frac{n}{2} \tag{19.13}$$

ne dépend plus que de ρ et se maximise par une recherche unidimensionnelle sur l'intervalle admissible. Les ω_i sont les valeurs propres de $\mathbf{W}$, calculées une fois pour toutes ; pour quelques centaines d'observations, le calcul est immédiat, et pour des dizaines de milliers de ventes, on recourt aux approximations du déterminant développées par Pace et al. (1998b). Le SEM s'estime de la même façon en concentrant sur λ, les coefficients $\hat\beta(\lambda)$ étant ceux des moindres carrés de $\mathbf{y} - \lambda\mathbf{W}\mathbf{y}$ sur $\mathbf{X} - \lambda\mathbf{W}\mathbf{X}$, ce qui généralise la transformation de Cochrane–Orcutt des séries chronologiques. Les erreurs-types proviennent de l'inverse de la matrice d'information, dont Anselin (1988) donne l'expression analytique ; elles supposent la normalité et l'homoscédasticité des innovations. Lorsque ces hypothèses sont douteuses, ou lorsque le nombre d'observations rend le jacobien coûteux, les estimateurs par variables instrumentales et par la méthode des moments généralisés de Kelejian et Prucha (1998) et Kelejian et Prucha (2010) constituent l'alternative : le décalage $\mathbf{W}\mathbf{y}$ y est instrumenté par $\mathbf{W}\mathbf{X}$ et $\mathbf{W}^2\mathbf{X}$, et la dépendance des erreurs est traitée par une étape de moments. Les fonctions `sar_mv`, `sem_mv` et `tests_lm_spatial` de la bibliothèque `traite.hedonique` implémentent le maximum de vraisemblance concentré et les tests ; leurs résultats coïncident, à 10^{-6} près, avec ceux de la bibliothèque `spreg` de PySAL, utilisée comme contrôle croisé.

19.4.3 Effets directs, indirects et totaux

Dans un modèle linéaire ordinaire, β_r est l'effet d'une variation unitaire de x_r sur y. Dans le SAR et le SDM, ce n'est plus vrai : une variation de x_{jr} chez la maison j modifie son prix, lequel modifie celui de ses voisines, qui rétroagit sur j. La dérivée du vecteur $\mathbf{y}$ par rapport au vecteur $\mathbf{x}_r$ est une matrice $n \times n$,

$$\mathbf{S}_r(\mathbf{W}) = \frac{\partial \mathbf{y}}{\partial \mathbf{x}_r^\top} = (\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^{-1}(\beta_r\mathbf{I} + \theta_r\mathbf{W}), \tag{19.14}$$

avec $\theta_r = 0$ dans le SAR. LeSage et Pace (2009) proposent de la résumer par trois scalaires : l'**effet direct** moyen, $\mathrm{tr}[\mathbf{S}_r]/n$, qui mesure l'effet d'une variation de x_r chez i sur le prix de i, rétroactions comprises ; l'**effet total** moyen, $\mathbf{1}^\top\mathbf{S}_r\mathbf{1}/n$, somme d'une ligne moyenne, qui mesure l'effet sur le prix de i d'une variation de x_r chez toutes les maisons ; et l'**effet**

indirect, différence des deux, qui mesure les retombées sur les voisines. Dans le SAR, les trois effets ont le même signe et l'effet indirect est proportionnel à l'effet direct ; dans le SDM, le coefficient θ_r peut les découpler et même leur donner des signes opposés.

Proposition 19.2 : Effet total dans un modèle à décalage spatial

Si $\mathbf{W}$ est standardisée en ligne, l'effet total moyen de la variable r dans le SAR vaut exactement $\beta_r/(1-\rho)$, et dans le SDM, $(\beta_r+\theta_r)/(1-\rho)$.

Démonstration. Puisque $\mathbf{W}\mathbf{1}=\mathbf{1}$, on a $(\mathbf{I}-\rho\mathbf{W})\mathbf{1}=(1-\rho)\mathbf{1}$, donc $(\mathbf{I}-\rho\mathbf{W})^{-1}\mathbf{1}=\mathbf{1}/(1-\rho)$. Alors $\mathbf{S}_r\mathbf{1}=(\mathbf{I}-\rho\mathbf{W})^{-1}(\beta_r+\theta_r)\mathbf{1}=(\beta_r+\theta_r)\mathbf{1}/(1-\rho)$, et la moyenne des sommes de lignes vaut $(\beta_r+\theta_r)/(1-\rho)$. □

Le facteur $1/(1-\rho)$ est le **multiplicateur spatial**. Avec $\rho=0{,}44$, valeur que l'exemple produira, il vaut 1,78 : un modèle SAR affirme que l'effet d'ensemble d'une caractéristique est près du double de son coefficient. Cette affirmation n'a de sens que si ρ mesure réellement une interaction entre prix, et non la trace d'attributs de voisinage omis. C'est là le point d'interprétation le plus délicat du chapitre : les données ne permettent généralement pas de distinguer un vrai effet de voisinage d'un résidu de quartier spatialement lisse, et l'exemple montrera qu'un SAR estimé sans indicatrices de secteur attribue à l'« interaction » ce qui n'est que la prime de secteur omise. Pour l'évaluateur, la conséquence est claire : les effets totaux du SAR ne doivent pas servir à dériver des ajustements ; seuls les effets directs, ou les coefficients d'un SEM, s'interprètent comme des prix implicites, et encore faut-il que la spécification soit crédible.

19.4.4 Choisir entre les modèles

Trois critères se complètent. Les tests LM de la section 19.3 orientent avant estimation. Après estimation, le critère d'information d'Akaike, $\mathrm{AIC}=2p-2\hat{\ell}$ où p compte les paramètres ρ ou λ et σ^2, compare des modèles non emboîtés estimés sur la même matrice. Enfin, la statistique de Moran des innovations $\hat{\varepsilon}$ vérifie que le modèle retenu a bien épuisé la dépendance ; un SAR laissant des innovations corrélées signale que la forme était la mauvaise. À ces critères s'ajoute la question de l'objectif : pour *prédire* la valeur d'un sujet, tous les modèles qui captent la dépendance se valent à peu près, comme Bourassa et al. (2010) l'ont montré en comparant krigeage, modèles autorégressifs et sous-marchés sur plusieurs villes ; pour *interpréter* des prix implicites, le SEM et les effets fixes sont plus sûrs que le SAR.

19.5 La régression géographiquement pondérée

19.5.1 Des coefficients qui varient avec le lieu

La **régression géographiquement pondérée** (GWR, *geographically weighted regression*) de Fotheringham et al. (2002) répond à l'hétérogénéité spatiale en estimant une régression distincte en chaque point de l'espace, à partir des observations voisines pondérées par leur distance. Pour une cible u (une vente, ou un point quelconque comme le sujet), l'estimateur est celui des moindres carrés pondérés,

$$\hat{\beta}(u)=\left(\mathbf{X}^{\top}\mathbf{K}(u)\mathbf{X}\right)^{-1}\mathbf{X}^{\top}\mathbf{K}(u)\mathbf{y},\qquad \mathbf{K}(u)=\operatorname{diag}\left(k_1(u),\dots,k_n(u)\right), \tag{19.15}$$

où le poids de la vente j décroît avec sa distance d_{uj} à la cible selon un **noyau**. Le noyau gaussien à bande passante fixe,

$$k_j(u) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{uj}}{h}\right)^2\right), \tag{19.16}$$

donne un poids de 0,61 à une vente située à une bande passante h de la cible, de 0,14 à deux bandes passantes et de 0,01 à trois. D'autres noyaux (bicarré, à support borné) et des bandes passantes *adaptatives*, définies par un nombre de voisins plutôt que par une distance, conviennent mieux lorsque la densité des ventes est très inégale. La régression géographiquement pondérée généralise ainsi la méthode des comparables du chapitre 16 : l'évaluateur qui n'estime les prix implicites que sur les ventes du voisinage immédiat fait, sans le dire, une GWR à bande passante très courte.

19.5.2 La bande passante et l'arbitrage biais–variance

Le paramètre décisif est h. Une bande passante courte suit fidèlement les variations locales mais s'appuie sur peu d'observations effectives, et les coefficients deviennent instables ; une bande passante longue lisse tout et la GWR tend vers la régression globale. L'arbitrage est le même qu'au chapitre 16 pour le nombre de comparables, et il se règle de la même façon, par **validation croisée** : on choisit h qui minimise la somme des carrés des erreurs de prédiction de chaque vente par une régression locale dont elle est exclue,

$$\mathrm{CV}(h) = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y}_{(-i)}(h)\right)^2. \tag{19.17}$$

L'exclusion de l'observation elle-même est indispensable : sans elle, $h \to 0$ interpolerait exactement les données. Le critère d'Akaike corrigé, $\mathrm{AIC}_c = n\ln(\hat{\sigma}^2) + n\ln(2\pi) + n(n + \operatorname{tr}\mathbf{S})/(n - 2 - \operatorname{tr}\mathbf{S})$, où $\mathbf{S}$ est la matrice « chapeau » qui transforme $\mathbf{y}$ en $\hat{\mathbf{y}}$ et dont la trace joue le rôle d'un nombre effectif de paramètres, est l'autre critère courant ; il permet en outre de comparer la GWR à la régression globale, dont la trace vaut k.

19.5.3 Lire les cartes de coefficients

Le produit de la GWR est un jeu de cartes, une par coefficient, qui montre où la superficie se paie cher, où l'âge pèse peu, où la constante locale, interprétable comme un niveau de prix de localisation à caractéristiques données, est élevée. Ces cartes sont séduisantes et doivent être lues avec prudence. Premièrement, les coefficients locaux sont fortement corrélés entre eux et avec ceux des cibles voisines, par construction ; leurs variations ne sont pas toutes significatives, et la GWR n'offre pas de test simple de la stabilité d'un coefficient, sinon des tests par permutation. Deuxièmement, une bande passante unique pour tous les coefficients impose la même échelle de variation à des phénomènes qui n'en ont pas la même ; les extensions à bandes passantes multiples répondent à cette limite, au prix d'un calcul plus lourd. Troisièmement, la GWR *lisse* : une discontinuité réelle, comme la frontière entre deux secteurs de prix différents, est étalée sur une distance de l'ordre de la bande passante, et la prime d'un petit secteur enclavé dans un plus grand est sous-estimée. L'exemple en donnera une illustration nette. À Québec, Thériault et al. (2003) et Kestens et al. (2006) ont montré que les prix implicites des attributs varient avec la localisation et avec le profil des acheteurs, ce qui plaide pour la GWR comme outil d'exploration ; pour la prédiction, l'exemple montrera qu'elle rivalise avec les modèles autorégressifs.

19.6 Les effets fixes de quartier et de temps

Le remède le plus simple à la dépendance spatiale est aussi le plus ancien : des indicatrices de quartier. Si la dépendance provient d'attributs de voisinage omis dont la valeur est à peu près constante à l'intérieur de zones connues, une indicatrice par zone absorbe ces attributs, et les résidus redeviennent indépendants. C'est exactement la structure du modèle de référence du cas 1 et, comme on le verra, elle y suffit. La question est celle de la granularité. Des zones trop grandes laissent subsister de la dépendance à l'intérieur ; des zones trop petites multiplient les paramètres, réduisent le nombre de ventes par zone et finissent par absorber dans les effets fixes une partie de ce que les caractéristiques devraient expliquer. Le critère d'information arbitre ; la statistique de Moran des résidus contrôle. Les zones peuvent être administratives (secteurs, arrondissements, quartiers du rôle d'évaluation), statistiques (aires de diffusion), ou purement géométriques (cellules d'une grille), ces dernières ayant l'avantage de ne rien supposer et l'inconvénient de couper les quartiers réels au hasard. Bishop et al. (2020) et Kuminoff et al. (2010) recommandent, pour les modèles hédoniques destinés à mesurer des consentements à payer, des effets fixes spatiaux fins combinés à des effets fixes temporels, parce que cette spécification résiste mieux aux variables omises que des formes fonctionnelles sophistiquées.

Le temps se traite de la même manière. Une tendance linéaire en mois, celle du modèle de référence, impose une croissance géométrique constante ; des indicatrices trimestrielles ou mensuelles laissent le marché suivre son propre chemin et fournissent, par la même occasion, un indice de prix hédonique, dont le chapitre 35 fait la théorie. Le coût est, là encore, un nombre de paramètres accru et des indices bruités lorsque les ventes par période sont peu nombreuses. Entre les deux, la matrice spatio-temporelle de la section 19.2 offre une troisième voie, où la dimension temporelle entre par la pondération des ventes antérieures plutôt que par des paramètres supplémentaires. Les modèles de panel du chapitre 36, lorsque l'on observe les mêmes immeubles à plusieurs dates, et les modèles spatio-temporels bayésiens de Gelfand et al. (1998) et Banerjee et al. (2004), qui traitent l'espace et le temps comme des processus aléatoires continus, prolongent cette logique.

19.7 Le krigeage des résidus

19.7.1 Le variogramme

Le krigeage aborde la dépendance spatiale par la géostatistique plutôt que par une matrice de voisinage : le résidu de localisation est un processus aléatoire continu $u(\mathbf{s})$ dont la covariance dépend de la distance. L'outil descriptif est le **semi-variogramme**, qui mesure la dissemblance moyenne entre deux points séparés d'une distance h,

$$\gamma(h) = \frac{1}{2}\,\mathrm{E}\left[\big(u(\mathbf{s}) - u(\mathbf{s}+\mathbf{h})\big)^2\right], \qquad \hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{(i,j)\in N(h)} \big(u_i - u_j\big)^2, \tag{19.18}$$

où $N(h)$ est l'ensemble des paires dont la distance tombe dans une bande autour de h. Pour un processus stationnaire de variance $C(0)$ et de covariance $C(h)$, on a $\gamma(h) = C(0) - C(h)$: le variogramme croît de zéro vers un **palier** égal à la variance, atteint à la **portée** au-delà de laquelle les résidus ne sont plus corrélés. Sa valeur à l'origine, la **pépite**, mesure la variabilité à très courte distance, c'est-à-dire la part du résidu qui n'est pas spatiale, bruit de transaction

et erreurs de mesure. Un modèle paramétrique est ensuite ajusté au variogramme empirique ; le modèle exponentiel,

$$\gamma(h) = c_0 + c_1\left(1 - e^{-h/a}\right), \qquad h > 0, \tag{19.19}$$

de pépite c_0, de palier $c_0 + c_1$ et de portée pratique $3a$ (distance à laquelle 95 % du palier est atteint), est le plus courant pour les prix de maisons. Dubin (1998) en donne une introduction pédagogique, et Basu et Thibodeau (1998) ont estimé, sur les ventes de Dallas, des portées de plusieurs kilomètres ; Gillen et al. (2001) ont montré que la dépendance peut être *anisotrope*, plus forte dans une direction que dans l'autre, le long d'une artère ou d'un littoral par exemple.

19.7.2 Le krigeage ordinaire

Le **krigeage ordinaire** prédit u en un point non observé $\mathbf{s}_0$ par la combinaison linéaire $\hat{u}_0 = \sum_j w_j u_j$ des résidus observés, sans biais ($\sum_j w_j = 1$) et de variance minimale. Les poids résolvent le système linéaire

$$\begin{bmatrix} \mathbf{C} & \mathbf{1} \\ \mathbf{1}^\top & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{w} \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{c}_0 \\ 1 \end{bmatrix}, \qquad \sigma^2_{\mathrm{k}}(\mathbf{s}_0) = C(0) - \mathbf{w}^\top \mathbf{c}_0 - \mu, \tag{19.20}$$

où $\mathbf{C}$ est la matrice des covariances entre points observés, $C_{ij} = c_1 e^{-d_{ij}/a}$ pour $i \neq j$ et $C_{ii} = c_0 + c_1$, et $\mathbf{c}_0$ le vecteur des covariances entre les points observés et la cible ; μ est le multiplicateur de Lagrange de la contrainte de somme unitaire et σ^2_{k} la variance de krigeage, qui mesure l'incertitude de la prédiction du résidu. Le krigeage est l'*interpolateur optimal* au sens des moindres carrés : il donne plus de poids aux voisins proches, moins aux voisins regroupés entre eux, dont l'information est redondante, et il se réduit à une moyenne locale lorsque la pépite domine. En pratique, on ne résout le système que sur les quelques dizaines de voisins les plus proches de la cible, ce qui est sans perte lorsque la portée est courte devant l'étendue de l'échantillon.

Pour l'évaluateur, le krigeage des résidus a une interprétation immédiate : c'est un *ajustement de localisation* estimé à partir de ce que le modèle hédonique n'a pas su expliquer chez les ventes voisines. Si les maisons autour du sujet se sont toutes vendues 5 % au-dessus de ce que le modèle prédit, il est raisonnable de relever de 5 % la prédiction pour le sujet, et le krigeage dit de combien exactement, compte tenu des distances et de la redondance des voisins. Le SEM de la section 19.4 fait la même chose avec une structure de covariance définie par $\mathbf{W}$: l'espérance conditionnelle du résidu au sujet, sachant les résidus observés, s'obtient à partir de la matrice de précision $(\mathbf{I} - \lambda\mathbf{W})^\top(\mathbf{I} - \lambda\mathbf{W})/\sigma^2$, et l'exemple montrera que les deux approches donnent des corrections très voisines. Dubin (1988) avait précisément proposé d'estimer conjointement les coefficients hédoniques et la covariance spatiale ; la pratique courante, en deux étapes, régression puis krigeage des résidus, perd un peu d'efficacité mais reste transparente et facile à documenter.

19.8 Exemple intégral : les 600 ventes du cas 1

Données synthétiques

Le dossier du cas 1 est synthétique. Les 600 ventes de `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` ont été générées par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` : le logarithme du prix y est la somme d'une fonction des caractéristiques, d'une prime de secteur égale au logarithme du rapport des médianes APCIQ du troisième trimestre de 2026 à celle de Hull (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c), d'un gradient de distance au centre au-delà de trois kilomètres, d'une tendance temporelle et d'un bruit indépendant d'écart-type 0,085. Les coordonnées sont fictives ; elles sont converties en kilomètres par une projection locale autour du centroïde des ventes et les cartes de ce chapitre ne représentent aucun lieu. Le générateur ne contient *aucun* processus spatial résiduel : c'est un choix délibéré, qui permet de vérifier que les outils du chapitre retrouvent la structure connue et, surtout, de montrer ce qu'ils racontent lorsqu'on la leur cache. Tous les chiffres de cette section sont reproduits par `analysis/python/cases/ch19_spatial.py`, les figures par `analysis/python/figures/ch19_figures.py`, et les estimations ont été contrôlées avec les bibliothèques `spreg`, `esda` et `mgwr` de PySAL.

19.8.1 Deux spécifications et trois matrices

Le modèle de référence du cas 1 (`traite.cas1.hedonique`, chapitre 18) régresse le logarithme du prix sur le logarithme de la superficie habitable et du terrain, l'âge et son carré, la qualité, le garage, le sous-sol fini, la piscine, le type à étages, la distance au centre au-delà de trois kilomètres, quatre indicatrices de secteur (Hull étant la référence) et une tendance linéaire en mois ; il explique 85,3 % de la variance avec un écart-type résiduel de 0,083. La question du chapitre est de savoir ce qu'il reste de dépendance spatiale dans ses résidus, et ce qui se passe lorsqu'un analyste ne dispose pas des frontières de secteurs. On estime donc aussi une spécification *sans indicatrices de secteur*, identique par ailleurs, qui explique 76,6 % de la variance avec un écart-type résiduel de 0,104, et, pour mémoire, une spécification sans indicatrices ni gradient de distance ($R^2 = 0{,}637$).

Les coordonnées projetées s'étendent sur 42 kilomètres d'est en ouest et 27 du sud au nord ; le sujet se trouve à 5,0 kilomètres à l'ouest et 4,1 au sud du centroïde. Trois matrices de pondération sont construites : celle des huit plus proches voisins ($\mathbf{W}_{\text{knn}}$, huit voisins par vente, aucune ligne vide) ; celle de la distance inverse à moins de deux kilomètres ($\mathbf{W}_{\text{dist}}$, 61,8 voisins en moyenne) ; et la matrice spatio-temporelle de l'équation (19.3), distance inverse à moins de deux kilomètres et ventes antérieures de moins de douze mois ($\mathbf{W}_{\text{st}}$, 15,1 voisins en moyenne, 18 ventes sans aucune voisine antérieure). La proposition 19.1 se vérifie numériquement : la plus grande valeur propre de $\mathbf{W}_{\text{st}}$ en module est nulle à la précision machine.

19.8.2 La dépendance des résidus, avec et sans indicatrices de secteur

Le tableau 19.1 donne la statistique de Moran du logarithme du prix et des résidus des trois spécifications, pour les trois matrices. Le logarithme du prix brut est, sans surprise, autocorrélé ($I = 0{,}20$ avec $\mathbf{W}_{\text{knn}}$, $z = 10{,}7$) : des maisons voisines se ressemblent et se vendent à des prix voisins. Retirer l'effet des caractéristiques sans modéliser la localisation *augmente* la dépendance ($I = 0{,}36$) : une fois la superficie, l'âge et la qualité pris en compte, ce qui reste est presque entièrement de la localisation, et la localisation est lisse dans l'espace. Ajouter le gradient de distance réduit à peine la statistique ($I = 0{,}32$, $z = 17{,}1$), parce que le gradient ne distingue pas Aylmer de Gatineau, à distances comparables du centre mais à primes opposées. Ajouter les quatre indicatrices de secteur ramène la statistique à $-0{,}014$ ($z = -0{,}63$, valeur p de 0,53) : plus aucune dépendance détectable. Le résultat est identique avec la matrice de distance inverse ; avec la matrice spatio-temporelle, la statistique des résidus du modèle de référence est légèrement négative ($-0{,}039$, $z = -2{,}06$), un effet marginal que l'on peut attribuer aux 18 lignes vides et à la faible taille des voisinages antérieurs, et dont la valeur p de 0,04 ne survit à aucune correction pour tests multiples.

Tableau 19.1. Statistique I de Moran du logarithme des prix et des résidus de trois spécifications, cas 1, selon la matrice de pondération (données synthétiques)

	$\mathbf{W}_{\text{knn}}$ ($k = 8$)		$\mathbf{W}_{\text{dist}}$ (2 km)		$\mathbf{W}_{\text{st}}$ (2 km, 12 mois)	
Série	I	z	I	z	I	z
$\ln P$ (sans modèle)	0,201	10,7	0,221	17,3	0,277	15,6
Résidus, sans secteur ni gradient	0,360	19,0	0,352	27,5	0,348	19,5
Résidus, sans indicatrices de secteur	0,324	17,1	0,322	25,2	0,305	17,1
Résidus, modèle de référence	−0,014	−0,6	−0,012	−0,8	−0,039	−2,1

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch19_spatial.py ; $\mathrm{E}[I] = -0{,}0017$; z sous l'hypothèse de normalité, équation (19.5)

La figure 19.2 rend le phénomène visible. Sans indicatrices, les résidus sont positifs sur tout Aylmer et négatifs sur Buckingham et Masson-Angers : le modèle sous-évalue systématiquement un secteur et surévalue les autres, et la carte des résidus dessine la carte des primes de secteur. Avec les indicatrices, les résidus positifs et négatifs se mêlent sans structure apparente. Le corrélogramme de la figure 19.3 précise l'échelle de la dépendance : pour les résidus sans indicatrices, I vaut 0,22 pour les paires distantes de moins de 500 mètres, reste autour de 0,20 à 0,26 jusqu'à quatre kilomètres, s'annule entre six et huit kilomètres, puis devient franchement négatif au-delà ($-0{,}29$ entre 12 et 15 kilomètres). Ce profil en plateau suivi d'une inversion n'est pas celui d'une décroissance continue avec la distance ; c'est la signature de sous-marchés d'étendue finie, à l'intérieur desquels les résidus partagent un même niveau et entre lesquels ils s'opposent. Pour les résidus du modèle de référence, aucune bande ne s'écarte significativement de zéro.

Les tests LM du tableau 19.2 confirment et précisent. Pour la spécification sans indicatrices, tout est significatif sauf le test robuste du décalage : $\mathrm{LM}_{\text{err}} = 285$, $\mathrm{LM}_{\text{lag}} = 116$, $\mathrm{RLM}_{\text{err}} = 170$, mais $\mathrm{RLM}_{\text{lag}} = 1{,}09$ avec une valeur p de 0,30. La règle séquentielle de la section 19.3 désigne sans ambiguïté le modèle à erreur spatiale : la dépendance est dans les résidus, non dans une interaction entre les prix, ce qui est exactement la vérité du générateur, où la prime de secteur omise joue le rôle d'un terme d'erreur commun aux maisons d'un même secteur.

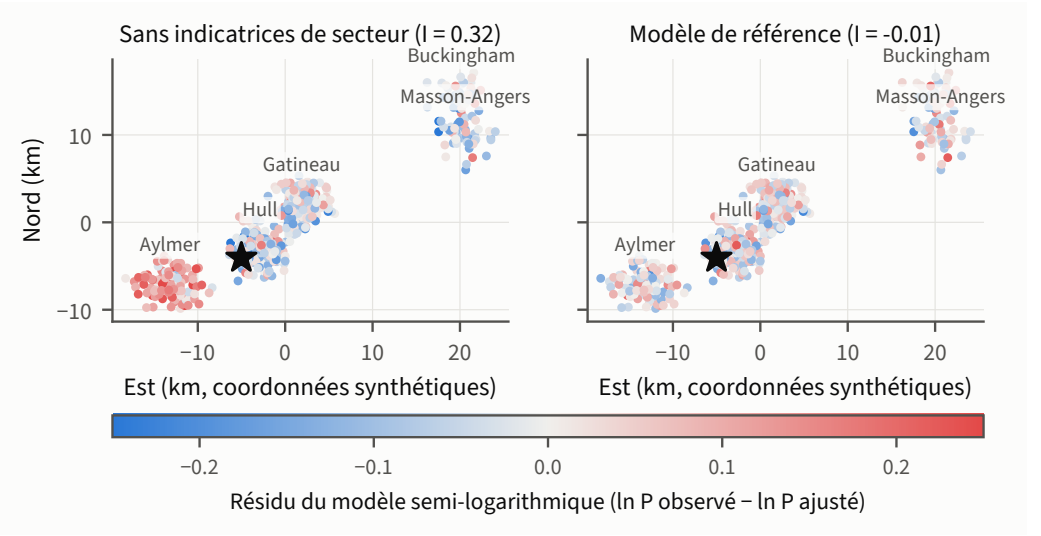


Figure 19.2. Résidus du modèle semi-logarithmique sur les coordonnées synthétiques des 600 ventes du cas 1 (étoile : sujet). Sans indicatrices de secteur (gauche), les résidus positifs se concentrent à Aylmer et les résidus négatifs à Buckingham et Masson-Angers ; avec les indicatrices du modèle de référence (droite), les signes se mêlent sans structure.

Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch19_figures.py, graine 20261031

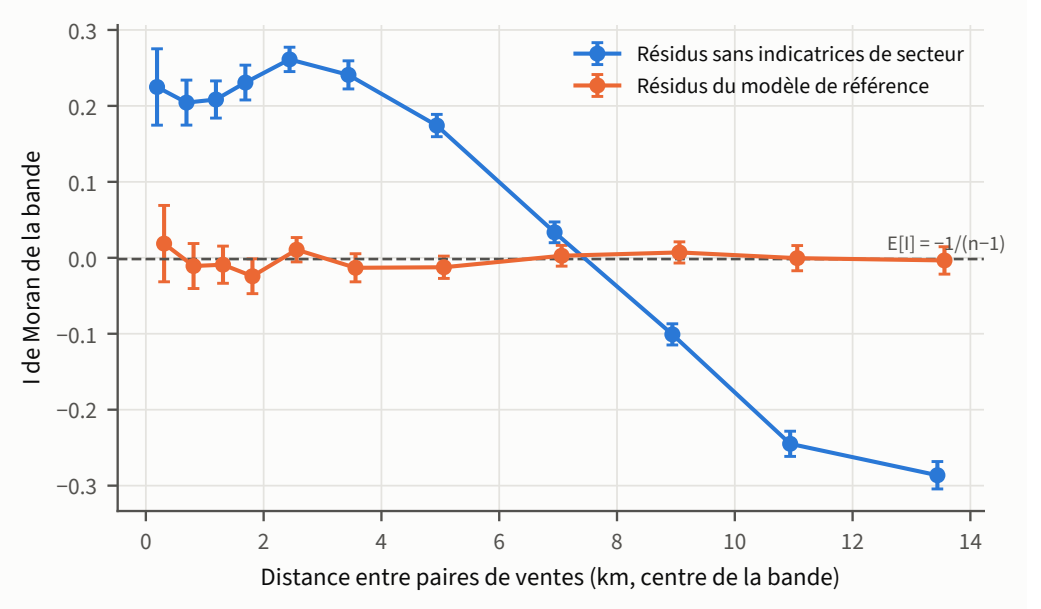


Figure 19.3. Corrélogramme spatial : statistique I de Moran des résidus calculée sur les seules paires de ventes dont la distance tombe dans chaque bande, avec un intervalle à 95 % sous l'hypothèse nulle. Le plateau positif jusqu'à quatre kilomètres puis l'inversion au-delà de huit kilomètres signalent des sous-marchés d'étendue finie ; les résidus du modèle de référence ne s'écartent de zéro dans aucune bande.

Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch19_figures.py

Pour le modèle de référence, aucune des cinq statistiques n'approche le seuil de signification.

Tableau 19.2. Tests du multiplicateur de Lagrange sur les résidus MCO, matrice des huit plus proches voisins (données synthétiques)

	Sans indicatrices de secteur		Modèle de référence	
Test	Statistique	Valeur p	Statistique	Valeur p
$\mathrm{LM}_{\mathrm{err}}$ (χ^2_1)	285,18	$< 0{,}001$	0,50	0,478
$\mathrm{LM}_{\mathrm{lag}}$ (χ^2_1)	116,21	$< 0{,}001$	1,80	0,179
$\mathrm{RLM}_{\mathrm{err}}$ (χ^2_1)	170,06	$< 0{,}001$	0,01	0,909
$\mathrm{RLM}_{\mathrm{lag}}$ (χ^2_1)	1,09	0,297	1,31	0,252
SARMA (χ^2_2)	286,26	$< 0{,}001$	1,82	0,403

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch19_spatial.py, équations (19.6) et (19.7) ; valeurs identiques à celles de spreg

19.8.3 SAR, SEM et SDM sur la spécification sans secteur

Le tableau 19.3 compare, pour la spécification sans indicatrices, les estimations MCO, SAR, SEM et SDM obtenues par maximum de vraisemblance concentré avec $\mathbf{W}_{\mathrm{knn}}$, et les met en regard des coefficients du modèle de référence. Trois lectures s'imposent.

D'abord, les coefficients des caractéristiques physiques sont remarquablement stables d'une méthode à l'autre : l'élasticité à la superficie vaut 0,54 à 0,56 partout, la prime de qualité 0,058 à 0,061, l'effet de l'âge $-0{,}0046$ à $-0{,}0052$ par année. Les caractéristiques physiques sont peu corrélées avec la localisation dans ce jeu de données, et leur prix implicite ne souffre pas de l'omission des secteurs. Deux coefficients font exception et leur comportement est instructif. Le terrain, dont l'élasticité vraie est de 0,10, tombe à 0,042 dans les MCO sans secteur et remonte à 0,089 dans le SEM et 0,094 dans le modèle de référence : les grands terrains sont surreprésentés dans les secteurs périphériques à prime négative, et le coefficient MCO absorbe cette corrélation ; le SEM, en modélisant le résidu commun, la neutralise en grande partie. La distance au centre, dont la pente vraie est de $-0{,}006$ par kilomètre au-delà de trois kilomètres, vaut $-0{,}0117$ sans secteur, parce qu'elle est seule à distinguer Buckingham et Masson-Angers, et $-0{,}0036$ dans le modèle de référence, qui la sépare des primes de secteur.

Ensuite, le classement des modèles par la vraisemblance et l'AIC est net : MCO (-995), SAR ($-1\,081$), SEM ($-1\,153$), SDM ($-1\,163$), et, loin devant, le modèle de référence avec ses quatre indicatrices ($-1\,266$). Le SAR laisse des innovations encore corrélées ($I = 0{,}12$), signe qu'il n'est pas la bonne forme ; le SEM et le SDM les blanchissent ($I = -0{,}04$). Le SDM l'emporte sur le SEM d'une dizaine de points d'AIC parce que ses décalages $\mathbf{W}x$ lui permettent de reproduire un SEM ($\theta \approx -\lambda\beta$) tout en ajustant quelques coefficients, mais ses paramètres θ sont individuellement peu interprétables : le décalage du terrain ($-0{,}17$) et celui de la piscine ($-0{,}05$) n'ont aucune contrepartie dans le générateur. Le modèle qui connaît les frontières des secteurs bat tous les modèles qui tentent de les deviner par le voisinage, avec moins de paramètres : c'est la leçon de la section 19.6, et elle vaut pour la pratique, où la connaissance du marché local, traduite en zones, reste la première ressource de l'évaluateur.

Enfin, le paramètre $\rho = 0{,}44$ du SAR est très significatif, et il est entièrement trompeur. Le générateur ne contient aucune interaction entre les prix ; ρ capte la ressemblance des

Tableau 19.3. Coefficients du modèle semi-logarithmique sans indicatrices de secteur selon la méthode d'estimation, matrice des huit plus proches voisins, et modèle de référence avec indicatrices (données synthétiques ; erreurs-types entre parenthèses)

	Sans indicatrices de secteur					Référence
Variable	MCO	SAR	SEM	SDM (β)	SDM (θ, $\mathbf{W}x$)	MCO
Constante	13,2285	7,4800	13,2429	6,4950	—	13,2074
	(0,0164)	(0,5413)	(0,0195)	(0,7211)		(0,0138)
$\ln(S/140)$	0,5501	0,5571	0,5416	0,5459	−0,2439	0,5391
	(0,0167)	(0,0157)	(0,0140)	(0,0146)		(0,0127)
$\ln(T/560)$	0,0419	0,0647	0,0886	0,0793	−0,1719	0,0937
	(0,0134)	(0,0115)	(0,0107)	(0,0108)		(0,0110)
Âge	−0,0046	−0,0052	−0,0049	−0,0049	0,0026	−0,0051
	(0,0007)	(0,0007)	(0,0006)	(0,0006)		(0,0006)
Âge$^2/100$	0,0021	0,0026	0,0023	0,0024	−0,0005	0,0026
	(0,0008)	(0,0008)	(0,0007)	(0,0007)		(0,0006)
Qualité (−3)	0,0581	0,0604	0,0600	0,0605	−0,0336	0,0611
	(0,0054)	(0,0047)	(0,0042)	(0,0043)		(0,0042)
Garage (places)	0,0248	0,0273	0,0322	0,0305	−0,0432	0,0324
	(0,0062)	(0,0059)	(0,0054)	(0,0055)		(0,0050)
Sous-sol fini	0,0275	0,0247	0,0219	0,0209	−0,0126	0,0220
	(0,0086)	(0,0079)	(0,0072)	(0,0073)		(0,0069)
Piscine	0,0192	0,0283	0,0307	0,0263	−0,0506	0,0263
	(0,0109)	(0,0114)	(0,0103)	(0,0105)		(0,0084)
À étages	0,0358	0,0376	0,0318	0,0298	−0,0228	0,0301
	(0,0085)	(0,0079)	(0,0070)	(0,0073)		(0,0069)
Distance au centre ($>$ 3 km)	−0,0117	−0,0078	−0,0131	−0,0166	0,0141	−0,0036
	(0,0007)	(0,0007)	(0,0013)	(0,0125)		(0,0027)
Mois (tendance)	0,0039	0,0039	0,0038	0,0038	−0,0017	0,0036
	(0,0003)	(0,0003)	(0,0003)	(0,0003)		(0,0003)
ρ ou λ	—	0,4385	0,6486	0,5089		—
		(0,0412)	(0,0447)	(0,0545)		
$\hat{\sigma}$	0,1043	0,0937	0,0829	0,0812		0,0830
Log-vraisemblance	510,7	554,2	590,6	606,7		650,0
AIC	−995,4	−1 080,5	−1 153,2	−1 163,4		−1 266,0
I de Moran des innovations	0,324	0,121	−0,041	−0,035		−0,014

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch19_spatial.py ; erreurs-types HC1 pour les MCO, asymptotiques (matrice d'information) pour SAR, SEM et SDM ; les indicatrices de secteur du modèle de référence ne sont pas reproduites (voir chapitre 18)

primes de secteur entre voisines. Appliqué sur le modèle de référence, le même SAR donne $\rho = -0{,}08$ (erreur-type 0,054) et le SEM $\lambda = -0{,}07$ (0,090), ni l'un ni l'autre significatif : l'« interaction » disparaît dès que la localisation est correctement spécifiée. Le tableau 19.4 en tire la conséquence pour les effets. Dans le SAR, l'effet total de la superficie vaut $0{,}5571/(1-0{,}4385) = 0{,}992$, conformément à la proposition 19.2, soit une élasticité apparente de près de un, alors que l'élasticité du générateur est 0,55 : l'effet indirect de 0,42 est un artefact. Dans le SDM, les décalages θ négatifs compensent presque exactement la propagation par ρ, et l'effet total de la superficie retombe à 0,615, proche de la vérité ; c'est la raison pour laquelle LeSage et Pace (2009) préfèrent le SDM, mais le prix de cette robustesse est que ses effets indirects, tantôt positifs tantôt négatifs d'une variable à l'autre, ne décrivent rien de réel ici.

Tableau 19.4. Effets directs, indirects et totaux moyens du SAR et du SDM sans indicatrices de secteur (données synthétiques ; variables sélectionnées)

		SAR ($\rho = 0{,}4385$)			SDM ($\rho = 0{,}5089$)		
Variable	β MCO	Direct	Indirect	Total	Direct	Indirect	Total
$\ln(S/140)$	0,5501	0,5715	0,4206	0,9921	0,5484	0,0666	0,6150
$\ln(T/560)$	0,0419	0,0664	0,0489	0,1153	0,0696	−0,2581	−0,1885
Âge	−0,0046	−0,0053	−0,0039	−0,0092	−0,0049	0,0003	−0,0046
Qualité	0,0581	0,0620	0,0456	0,1076	0,0603	−0,0056	0,0547
Garage	0,0248	0,0280	0,0206	0,0485	0,0284	−0,0544	−0,0260
Distance au centre	−0,0117	−0,0080	−0,0059	−0,0139	−0,0161	0,0111	−0,0050

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch19_spatial.py, équation (19.14) ; les effets du générateur sont 0,55 (superficie), 0,10 (terrain), −0,0055 (âge, pente à l'origine), 0,06 (qualité), 0,035 (garage), −0,006 (distance)

19.8.4 La régression géographiquement pondérée

La GWR est estimée sur la spécification sans indicatrices, avec le noyau gaussien de l'équation (19.16). La figure 19.4 montre le score de validation croisée selon la bande passante : il explose en deçà d'un kilomètre, où les régressions locales reposent sur trop peu de ventes, décroît jusqu'à un minimum à $h^* = 4{,}99$ kilomètres, puis remonte lentement vers la régression globale. La bibliothèque `mgwr` retient 4,87 kilomètres avec le même critère, le score étant plat à 10^{-4} près entre les deux ; avec h^*, la trace de la matrice chapeau vaut 44,8, soit l'équivalent de 45 paramètres pour 12 variables, le R^2 vaut 0,861 et l'écart-type résiduel 0,083, celui du modèle de référence. Le critère AIC_c passe de −994,8 pour les MCO sans secteur à −1 233,2 pour la GWR, mais reste au-dessus des −1 264,9 du modèle de référence : quarante-cinq paramètres locaux font moins bien que quatre indicatrices bien placées.

Le tableau 19.5 résume la distribution des coefficients locaux et la figure 19.5 les cartographie. L'élasticité à la superficie varie de 0,51 à 0,55 d'un point à l'autre (médiane 0,54), l'effet de l'âge de −0,62 à −0,25 % par année, la prime de qualité de 0,049 à 0,072 : des variations modestes, sans structure géographique nette, compatibles avec des coefficients constants que le générateur impose et qu'un bruit d'échantillonnage local fait osciller. La constante locale, en revanche, varie de 12,77 à 13,21 et dessine la carte des secteurs. Pour la rendre comparable au modèle de référence, on calcule un effet de localisation local, constante plus coefficient local de la distance multiplié par la distance, en écart à la médiane de Hull ; sa

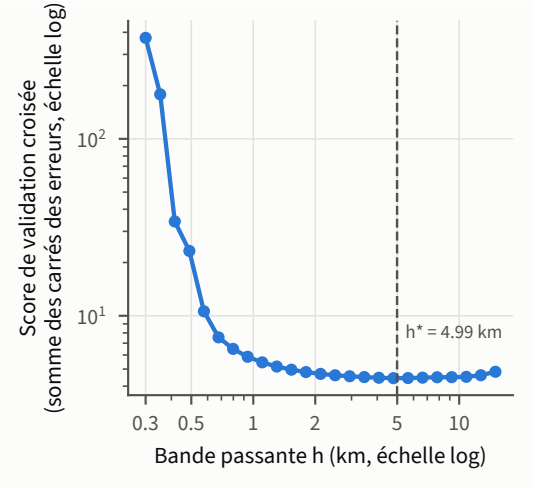


Figure 19.4. Score de validation croisée de la GWR (noyau gaussien) selon la bande passante. Le minimum à 4,99 km marque l'arbitrage entre une bande courte, qui suit les variations locales sur trop peu de ventes, et une bande longue, qui lisse tout vers la régression globale.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch19_figures.py

médiane par secteur vaut −0,31 à Buckingham et −0,32 à Masson-Angers, contre −0,34 et −0,35 pour l'effet de localisation du modèle de référence (indicatrice plus gradient) et −0,34 et −0,35 pour celui du générateur ; −0,03 dans le secteur Gatineau contre −0,04 et −0,05. La GWR retrouve donc les deux grandes discontinuités, mais elle manque presque entièrement la prime d'Aylmer : +0,003 contre +0,057 pour le modèle de référence et +0,062 pour le générateur. Aylmer est contigu à Hull, et une bande passante de cinq kilomètres mélange les ventes des deux secteurs de part et d'autre de la frontière ; la discontinuité est lissée, comme la section 19.5 l'annonçait. Les secteurs périphériques, isolés par plusieurs kilomètres sans vente, ne souffrent pas de ce lissage.

Tableau 19.5. Distribution des coefficients locaux de la GWR (noyau gaussien, bande passante 4,99 km) sur les 600 ventes, spécification sans indicatrices de secteur (données synthétiques)

Coefficient local	Min.	Q1	Médiane	Q3	Max.	MCO global
Constante	12,769	13,171	13,202	13,206	13,208	13,229
$\ln(S/140)$	0,508	0,533	0,542	0,549	0,552	0,550
$\ln(T/560)$	0,037	0,083	0,089	0,103	0,134	0,042
Âge	−0,0062	−0,0053	−0,0048	−0,0045	−0,0025	−0,0046
Qualité	0,049	0,058	0,059	0,060	0,072	0,058
Garage	0,018	0,030	0,033	0,035	0,039	0,025
Distance au centre	−0,0127	−0,0069	−0,0030	0,0025	0,0073	−0,0117
Mois	0,0032	0,0033	0,0034	0,0036	0,0046	0,0039

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch19_spatial.py ; trace de la matrice chapeau 44,8 ; AIC_c −1 233,2 contre −994,8 (MCO sans secteur) et −1 264,9 (modèle de référence)

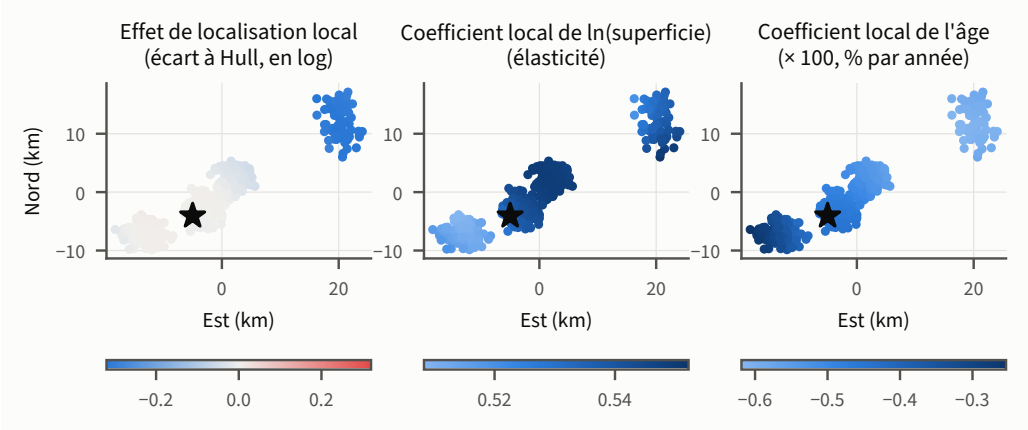


Figure 19.5. Coefficients locaux de la GWR sur les coordonnées synthétiques : effet de localisation local en écart à Hull (gauche), élasticité locale à la superficie (centre) et effet local de l'âge (droite). La localisation reproduit les secteurs périphériques mais lisse la frontière Hull–Aylmer ; les coefficients des caractéristiques varient peu et sans structure.

Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch19_figures.py

19.8.5 Effets fixes : secteurs, grilles et trimestres

Le tableau 19.6 compare des spécifications à effets fixes de granularité croissante. Les quatre indicatrices de secteur font passer l'AIC de −995 à −1 266 et annulent la dépendance résiduelle. Des grilles géométriques de cinq, trois et deux kilomètres, avec respectivement 19, 39 et 67 cellules, augmentent le R^2 brut (jusqu'à 0,872) mais dégradent l'AIC (−1 252, −1 240, −1 225) : chaque cellule supplémentaire coûte plus en paramètres qu'elle ne rapporte en ajustement, et la grille la plus fine produit même une légère autocorrélation négative des résidus ($I = -0{,}065$), symptôme d'un sur-ajustement local. Les grilles coupent les secteurs au hasard, de sorte qu'il faut beaucoup de cellules pour approcher ce que quatre frontières bien placées font d'emblée. Du côté du temps, remplacer la tendance linéaire par quatorze indicatrices trimestrielles laisse l'écart-type résiduel inchangé (0,083) et dégrade l'AIC de douze points ; l'indice implicite croît de zéro au premier trimestre de 2023 à 0,199 en logarithme au troisième trimestre de 2026, soit 22 %, mais par à-coups de ±0,02 d'un trimestre à l'autre qui ne sont que du bruit d'échantillonnage sur une quarantaine de ventes par trimestre. Sur un marché réel, où la trajectoire des prix n'est pas une exponentielle régulière, les indicatrices temporelles seraient préférables ; le chapitre 35 discute comment les lisser.

19.8.6 Variogramme et krigeage des résidus

Le variogramme empirique des résidus sans indicatrices (figure 19.6) a une forme que la section 19.7 n'avait pas annoncée et qui mérite qu'on s'y arrête. Jusqu'à six kilomètres, la semi-variance est presque constante, de 0,0070 à 0,0076 ; elle croît ensuite régulièrement jusqu'à 0,0170 vers douze kilomètres, puis se stabilise et redescend légèrement. La valeur du plateau initial est, à peu de chose près, la variance $\sigma^2 = 0{,}0069$ du bruit de transaction du modèle de référence : deux ventes distantes de moins de six kilomètres appartiennent presque toujours au même secteur, et leur différence de résidus ne contient que du bruit ; au-delà, les

Tableau 19.6. Spécifications à effets fixes spatiaux et temporels sur les 600 ventes du cas 1 (données synthétiques)

Spécification	Param.	R^2	$\bar{R}^2$	$\hat{\sigma}$	AIC	I résidus
Gradient de distance seul (sans secteur) ; tendance	12	0,766	0,762	0,104	−995,4	0,324
Secteurs et gradient (référence) ; tendance	16	0,853	0,849	0,083	−1 266,0	−0,014
Grille de 5 km (19 cellules) ; tendance	30	0,856	0,849	0,083	−1 252,1	−0,021
Grille de 3 km (39 cellules) ; tendance	50	0,863	0,851	0,083	−1 240,4	−0,032
Grille de 2 km (67 cellules) ; tendance	78	0,872	0,853	0,082	−1 225,4	−0,065
Secteurs et gradient ; 14 indicatrices trimestrielles	29	0,856	0,849	0,083	−1 253,8	−0,018

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch19_spatial.py ; I de Moran avec $\mathbf{W}_{\text{knn}}$; AIC $= 2(k+1) - 2\hat{\ell}$

paires chevauchent des secteurs différents, et la différence des primes s'ajoute. La variance totale des résidus, 0,0107, se décompose donc en une pépite de bruit et une composante de secteur de 0,0038 qui n'apparaît qu'à grande distance. Le variogramme des résidus du modèle de référence, lui, est plat à 0,0065–0,0072 sur toute la plage : il ne reste rien à kriger. Le modèle exponentiel ajusté par moindres carrés pondérés donne une pépite de 0,0046, un palier partiel de 0,0090 et une portée a qui bute sur la borne de cinq kilomètres imposée à l'ajustement (portée pratique de quinze kilomètres) : un processus à paliers par secteur n'est pas stationnaire au sens géostatistique, et aucun modèle à décroissance continue ne le décrit parfaitement. L'ajustement reste utilisable pour le krigeage, parce que la prédiction locale dépend surtout du rapport entre la pépite et le palier à courte distance.

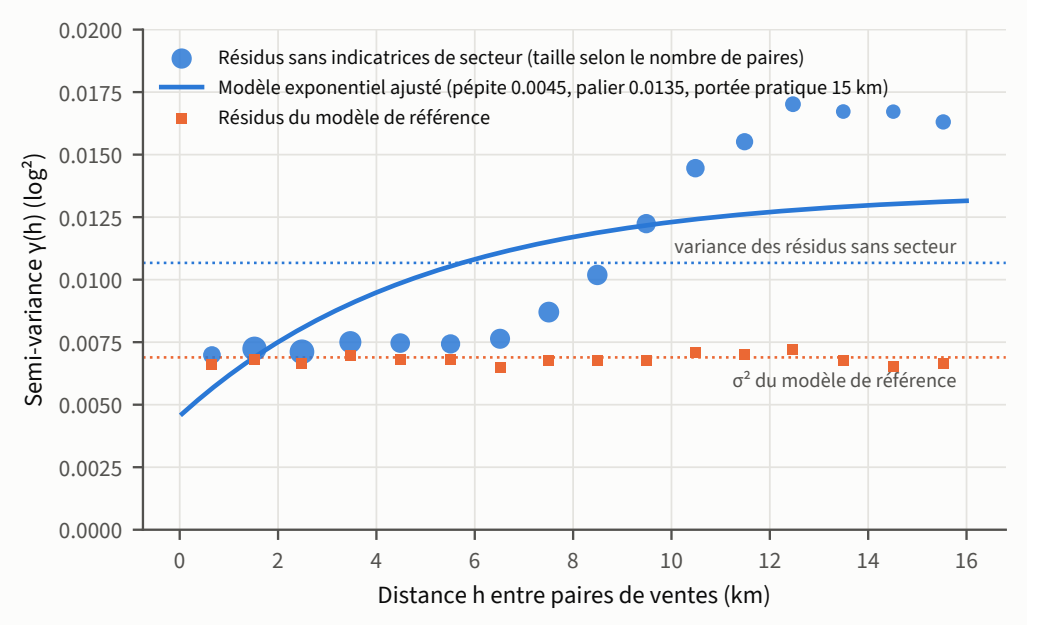


Figure 19.6. Variogramme empirique des résidus (bandes de 1 km) et modèle exponentiel ajusté. Pour les résidus sans indicatrices de secteur, le plateau initial égale la variance du bruit de transaction et la composante de secteur n'apparaît qu'au-delà de six kilomètres ; les résidus du modèle de référence ont un variogramme plat.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch19_figures.py

La figure 19.7 montre la surface des résidus krigés avec les quarante voisins les plus proches de chaque nœud d'une grille, à moins de 2,5 kilomètres d'une vente. Elle reconstitue la carte des primes : positive sur Aylmer, négative sur Buckingham et Masson-Angers, proche de zéro à Hull et dans le secteur Gatineau. Au sujet, le résidu krigé vaut −0,060, avec une variance de krigeage de 0,0057 (écart-type 0,075) : les ventes autour du sujet se sont vendues en moyenne 6 % sous ce que le modèle sans secteur prédit, parce que ce modèle, ne distinguant pas Hull d'Aylmer, surévalue Hull. En validation croisée, l'erreur quadratique moyenne des résidus passe de 0,105 avant krigeage à 0,088 après, et la statistique de Moran des erreurs devient négative (−0,11), signe que le krigeage a plutôt sur-corrigé localement.

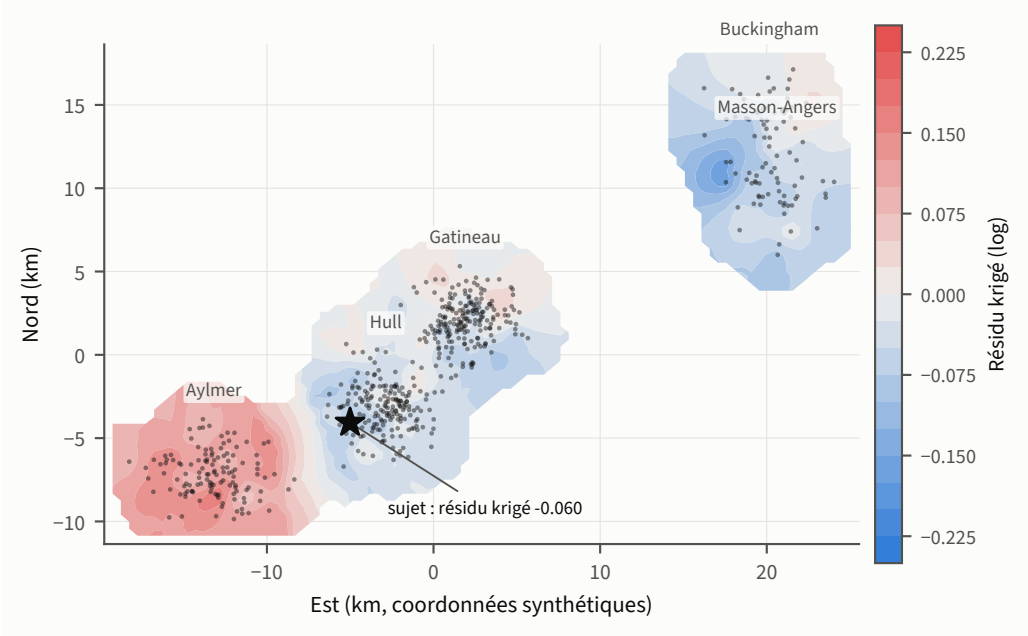


Figure 19.7. Surface des résidus du modèle sans indicatrices de secteur krigée par krigeage ordinaire (modèle exponentiel, quarante voisins), sur les coordonnées synthétiques ; les points sont les ventes et l'étoile le sujet. La surface reconstitue la carte des primes de secteur que le modèle ignorait.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch19_figures.py

19.8.7 Le décalage spatio-temporel

Avec la matrice $\mathbf{W}_{\text{st}}$, la statistique de Moran des résidus sans indicatrices vaut 0,305 ($z = 17{,}1$), à peine moins qu'avec les matrices purement spatiales : la dépendance est tout aussi visible lorsqu'on ne fait parler que les ventes antérieures, ce qui est la situation réelle de l'évaluateur. Le modèle à décalage spatio-temporel est estimé, conformément à la proposition 19.1, par moindres carrés sur les 582 ventes qui ont au moins une voisine antérieure (15,5 en moyenne) : $\hat{\rho}_{\text{st}} = 0{,}370$ (erreur-type robuste 0,053), avec un R^2 de 0,785. Le prix d'une maison « suit » donc, à hauteur de 37 %, la moyenne des prix récents de son voisinage, mais les résidus de ce modèle restent autocorrélés ($I = 0{,}13$) : comme le SAR, le décalage spatio-temporel ne fait qu'une partie du travail, parce que la vraie structure est un résidu de secteur, non une interaction. Le modèle à erreur spatio-temporelle, qui place

$\mathbf{W}_{st}$ dans le terme d'erreur, donne $\hat{\lambda}_{st} = 0{,}748$ (0,060) et un AIC de −1 154,8, équivalent à celui du SEM spatial. L'intérêt de la pondération spatio-temporelle n'est donc pas ici un meilleur ajustement ; c'est la cohérence avec le mécanisme supposé et, dans un marché en mouvement rapide, la garantie que les voisines mobilisées sont contemporaines du sujet.

19.8.8 Validation croisée et indications pour le sujet

Exemple 19.1 : Six indications de valeur pour la maison du cas 1

Le sujet est le cottage de 165 m² du secteur de Hull décrit au chapitre 16, évalué au 1er septembre 2026. Ses huit plus proches ventes sont toutes dans Hull et comptent deux des cinq comparables du chapitre 16, G0404 et G0574. Le tableau 19.7 rassemble, pour six modèles, la précision en validation croisée sur les 600 ventes et l'indication pour le sujet, toutes retransformées en niveau avec le facteur de Duan du modèle concerné.

Le modèle de référence. Avec les indicatrices de secteur, l'erreur quadratique moyenne de prédiction hors échantillon est de 0,084 en logarithme, soit une erreur absolue moyenne de 6,8 % du prix, et l'indication pour le sujet est de 637 953 $, celle du chapitre 18. C'est la borne que les autres modèles tentent d'approcher sans connaître les secteurs.

Les MCO sans secteur. L'erreur passe à 0,105 (8,4 %) et l'indication à 664 342 $, 4,1 % au-dessus de la référence : la constante sans secteur est une moyenne des niveaux de prix de tous les secteurs, tirée vers le haut par Aylmer, et le sujet, à Hull, en hérite.

Le krigeage des résidus. La correction de −0,060 krigée au sujet ramène l'indication à 624 799 $, 2,1 % sous la référence, et l'erreur de validation à 0,088 (7,1 %). Le krigeage a corrigé l'essentiel du biais de localisation ; il l'a un peu sur-corrigé, parce que les voisines du sujet ont, par hasard d'échantillonnage, des résidus légèrement plus négatifs que la moyenne de Hull.

Le SEM. L'espérance conditionnelle du résidu au sujet, calculée à partir de la matrice de précision du SEM étendue au sujet, vaut −0,052 ; l'indication est de 633 352 $, à 0,7 % de la référence, et l'erreur de validation de 0,088 (7,1 %). SEM et krigeage sont deux expressions de la même idée, et leurs résultats sont presque interchangeables.

Le SAR. La prédiction conditionnelle $\hat{\rho}\,(\mathbf{W}\mathbf{y})_s + \mathbf{x}_s^{\top}\hat{\beta}$ utilise la moyenne des logarithmes des prix des huit ventes voisines ; elle donne 654 429 $, 2,6 % au-dessus de la référence, et l'erreur de validation la plus élevée des modèles spatiaux (0,095) : le SAR corrige moins bien parce qu'il n'est pas la bonne forme.

La GWR. Les coefficients locaux au sujet (constante 13,198, élasticité 0,535) donnent 627 519 $, 1,6 % sous la référence, et l'erreur de validation croisée la plus faible des modèles sans secteur (0,086).

Aucun des modèles qui ignorent les secteurs ne retrouve exactement la référence, mais tous ceux qui exploitent les résidus voisins (krigeage, SEM, GWR) ramènent l'écart de +4,1 % à moins de 2,5 % en valeur absolue, et réduisent l'erreur de prédiction d'un cinquième. C'est l'ordre de grandeur de ce que l'information spatiale apporte lorsqu'on ne dispose pas d'une bonne segmentation ; lorsqu'on en dispose, elle n'apporte plus rien ici, parce que le générateur n'a rien laissé d'autre à expliquer. Sur un marché réel, la segmentation administrative n'épuise jamais la localisation, et les deux approches se complètent : indicatrices de secteur pour les paliers connus, krigeage ou SEM pour ce

qui varie à l'intérieur.

Tableau 19.7. Précision en validation croisée sur les 600 ventes et indication de valeur pour le sujet selon le modèle (données synthétiques)

Modèle	EQM (log)	Err. abs.	I erreurs	Indication ($)	Écart réf.
MCO, modèle de référence (secteurs)	0,084	6,8 %	−0,014	637 953	—
MCO sans indicatrices de secteur	0,105	8,4 %	0,323	664 342	+4,1 %
MCO sans secteur, krigeage du résidu	0,088	7,1 %	−0,115	624 799	−2,1 %
SEM sans secteur (espérance cond.)	0,088	7,1 %	−0,152	633 352	−0,7 %
SAR sans secteur (prédiction cond.)	0,095	7,6 %	0,121	654 429	+2,6 %
GWR sans secteur (coefficients locaux)	0,086	—	−0,002	627 519	−1,6 %

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch19_spatial.py ; EQM = racine de l'erreur quadratique moyenne des prédictions leave-one-out en logarithme ; erreur absolue moyenne en niveau ; indications retransformées avec le facteur de Duan ; écart en pourcentage de l'indication de référence

19.9 Sensibilité au choix de la matrice de pondération

Le tableau 19.8 et la figure 19.8 reprennent les estimations de la spécification sans secteur pour cinq matrices de plus proches voisins et trois matrices de distance inverse. La statistique de Moran des résidus est remarquablement stable, entre 0,32 et 0,33 quelle que soit la matrice : la dépendance est un fait des données, pas de la matrice. Les paramètres autorégressifs, eux, ne le sont pas du tout. Le ρ du SAR passe de 0,24 avec quatre voisins à 0,65 avec seize, et jusqu'à 0,84 avec la distance inverse à quatre kilomètres (141 voisins en moyenne) ; le λ du SEM, de 0,51 à 0,79, puis 0,89. Plus le voisinage est large, plus le décalage $\mathbf{Wy}$ est lissé, et plus il faut un coefficient élevé pour reproduire la même covariance résiduelle ; le paramètre et la matrice ne sont identifiés qu'ensemble. L'AIC, de son côté, s'améliore avec l'étendue du voisinage, parce qu'un voisinage de plusieurs kilomètres approche mieux la structure par secteurs du générateur qu'un voisinage de quatre maisons. Deux conséquences pratiques en découlent. D'abord, un paramètre autorégressif ne se compare pas d'une étude à l'autre sans la matrice qui l'accompagne, et il ne mesure pas une « intensité de l'effet de voisinage » qui existerait indépendamment d'elle. Ensuite, les grandeurs utiles à l'évaluateur, la prédiction pour un sujet et la correction de localisation, sont moins sensibles au choix de la matrice que les paramètres eux-mêmes, parce que les différentes matrices mobilisent à peu près la même information locale, mais elles ne sont pas insensibles : l'exercice 19.7 montre que l'indication du SEM pour le sujet varie de 4 % entre un voisinage de quatre ventes et un voisinage de seize, ce qui est du même ordre que l'écart entre le modèle sans secteur et le modèle de référence. Le voisinage retenu fait partie des choix à documenter et à soumettre à l'analyse de sensibilité.

Tableau 19.8. Sensibilité au choix de la matrice de pondération, spécification sans indicatrices de secteur (données synthétiques)

Matrice $\mathbf{W}$	Vois.	I (MCO)	z	$\hat{\rho}$ SAR (é.-t.)	AIC SAR	$\hat{\lambda}$ SEM (é.-t.)	AIC SEM
$k = 4$ plus proches voisins	4,0	0,320	12,0	0,236 (0,036)	−1 033,0	0,507 (0,041)	−1 108,7
$k = 6$ plus proches voisins	6,0	0,331	15,1	0,343 (0,038)	−1 059,6	0,596 (0,043)	−1 140,4
$k = 8$ plus proches voisins (réf.)	8,0	0,324	17,1	0,439 (0,041)	−1 080,5	0,649 (0,045)	−1 153,2
$k = 12$ plus proches voisins	12,0	0,324	21,2	0,531 (0,046)	−1 099,4	0,718 (0,047)	−1 175,3
$k = 16$ plus proches voisins	16,0	0,332	25,2	0,654 (0,046)	−1 135,9	0,786 (0,044)	−1 204,1
Distance inverse, 2 km	61,8	0,322	25,2	0,636 (0,057)	−1 124,2	0,803 (0,049)	−1 201,7
Distance inverse, 3 km	106,7	0,328	35,4	0,790 (0,053)	−1 175,8	0,863 (0,043)	−1 226,0
Distance inverse, 4 km	140,7	0,327	40,4	0,837 (0,047)	−1 196,3	0,888 (0,039)	−1 233,2

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch19_spatial.py ; erreurs-types asymptotiques entre parenthèses ; toutes les matrices sont standardisées en ligne et sans ligne vide

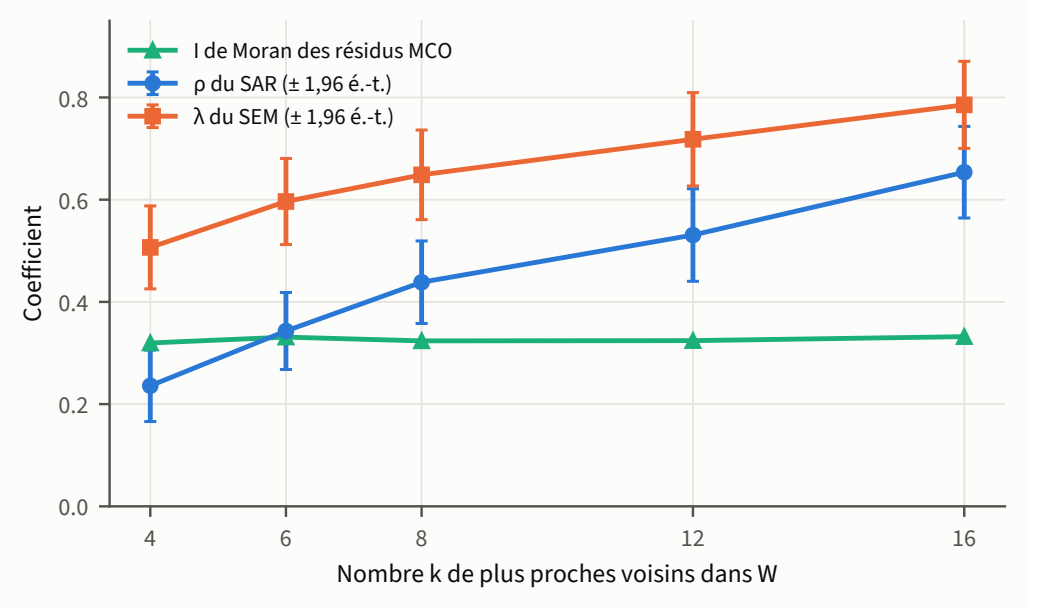


Figure 19.8. Statistique de Moran des résidus MCO, paramètre ρ du SAR et paramètre λ du SEM selon le nombre de plus proches voisins de la matrice de pondération. La dépendance mesurée par I est stable ; les paramètres autorégressifs croissent avec l'étendue du voisinage et ne sont identifiés qu'avec la matrice qui les accompagne.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch19_figures.py

Localisation et données ouvertes au Québec

Les travaux de l'école de Québec sur la dimension spatiale des prix résidentiels sont parmi les plus cités de la littérature : Des Rosiers et al. (2000) séparent les effets d'accessibilité et de voisinage dans un modèle hédonique de la région de Québec, Thériault et al. (2003) montrent que les prix implicites des attributs y varient avec la localisation, et Dubé et Legros (2013) y développent leur mesure spatio-temporelle de la dépendance ; Thériault et Des Rosiers (2011) et Dubé et Legros (2014) en font la synthèse. Les outils de ce chapitre sont donc nés, pour partie, de données québécoises. Leur application à grande échelle est facilitée depuis que le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation diffuse les rôles d'évaluation foncière des 1 140 municipalités en format ouvert, sous licence Creative Commons Attribution 4.0, y compris dans des versions géoréférencées (FGDB, GPKG, GeoJSON) qui permettent de localiser chaque unité d'évaluation, les noms et adresses des propriétaires étant caviardés (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a). L'hétérogénéité spatiale est aussi reconnue par la fiscalité locale : le règlement de taxation 2026 de la Ville de Gatineau fixe, à côté d'un taux de base de 5,224 $ par 1 000 $ d'évaluation, un taux de la taxe foncière générale résidentielle propre à chaque unité de voisinage, qui s'échelonne de 1,613 à 7,544 $ par 1 000 $ selon l'annexe du règlement (Ville de Gatineau 2025a). Les « unités de voisinage » de l'évaluateur municipal sont, en pratique, des effets fixes de quartier ; le choix de leurs frontières relève du jugement professionnel et des méthodes du chapitre 15, et les tests de ce chapitre permettent de vérifier qu'elles épuisent la dépendance spatiale des ratios du chapitre 9. Sources consultées le 31 octobre 2026.

Modèles spatiaux et pratique professionnelle

Aucune norme québécoise n'impose ni n'interdit l'usage de modèles spatiaux ; les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent que l'évaluateur décrive les données, l'analyse et le raisonnement qui mènent à sa conclusion (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), et les normes de l'IAAO sur l'évaluation de masse et sur les modèles automatisés traitent la localisation comme une dimension à modéliser explicitement et à valider par des études de ratios (International Association of Assessing Officers 2025 ; International Association of Assessing Officers 2018). Un modèle spatial utilisé pour dériver un ajustement de localisation ou une indication de valeur doit donc être documenté comme n'importe quel autre élément de preuve : matrice de pondération et sa justification, tests de dépendance, forme retenue et pourquoi, précision en validation croisée, et surtout sensibilité des conclusions aux choix faits. Le chapitre 10 précise le contenu attendu du rapport ; le chapitre 20 intègre l'incertitude du modèle à la fourchette de valeur.

Erreurs fréquentes

- Lire un ρ significatif comme la preuve d'un effet de voisinage. Dans l'exemple, $\rho = 0{,}44$ ne mesure que la prime de secteur omise ; il tombe à zéro dès que la localisation

est spécifiée. Les tests LM robustes et la statistique de Moran des innovations auraient dû alerter.
- Dériver des ajustements des effets totaux d'un SAR. L'effet total $\beta/(1-\rho)$ double l'élasticité à la superficie sans aucun fondement économique ; seuls les effets directs, ou les coefficients d'un SEM, s'interprètent comme des prix implicites.
- Comparer des paramètres autorégressifs estimés avec des matrices différentes, ou rapporter un ρ sans décrire $\mathbf{W}$. Le tableau 19.8 montre que ρ varie du simple au triple selon la matrice, à dépendance égale.
- Calculer des distances en degrés de latitude et de longitude, ou mélanger des coordonnées de précisions différentes (adresses géocodées au centroïde du code postal et au bâtiment, chapitre 14).
- Oublier les lignes vides d'une matrice à portée fixe ou spatio-temporelle : un décalage nul pour une observation sans voisine fausse l'estimation de ρ bien plus que l'exclusion de l'observation.
- Interpréter chaque variation d'un coefficient local de GWR comme un fait de marché. Sans test de stabilité, les oscillations de l'élasticité entre 0,51 et 0,55 sont du bruit ; seules les variations de la constante locale, massives et cohérentes avec les secteurs, sont informatives.
- Kriger les résidus d'un modèle qui contient déjà des indicatrices fines de quartier : la correction est nulle en espérance et n'ajoute que de la variance.
- Choisir la bande passante d'une GWR, ou la portée d'un variogramme, sans validation croisée, ou avec une validation qui n'exclut pas l'observation prédite.

Limites et mises en garde

Les résultats numériques de ce chapitre proviennent d'un jeu synthétique dont la structure spatiale est connue et simple, des primes de secteur par paliers et un gradient, sans processus spatial résiduel ; c'est ce qui permet de vérifier les outils, mais c'est aussi ce qui explique qu'un modèle à quatre indicatrices les domine tous. Sur un marché réel, la localisation agit à plusieurs échelles, et aucune segmentation administrative n'épuise la dépendance ; les écarts entre modèles seraient différents et les gains du krigeage ou du SEM, probablement plus importants. Les erreurs-types des modèles autorégressifs supposent la normalité et l'homoscédasticité des innovations, hypothèses que le chapitre 18 a discutées et que les estimateurs de Kelejian et Prucha (2010) relâchent. Le modèle exponentiel ajusté au variogramme bute sur la borne de portée imposée, parce que le processus sous-jacent n'est pas stationnaire ; la variance de krigeage qui en découle n'est qu'indicative. Les coordonnées synthétiques sont exactes, alors que les coordonnées réelles proviennent d'un géocodage dont la précision varie ; le chapitre 14 et le chapitre 38 traitent de cette source d'erreur. Enfin, les modèles de ce chapitre sont des outils d'analyse de marché et de dérivation d'ajustements ; ils ne remplacent ni l'inspection, ni la vérification des ventes, ni le jugement qui pondère les indications au chapitre 20.

À retenir

- La dépendance spatiale porte sur les résidus ou les prix et se diagnostique par la statistique de Moran, le corrélogramme et les tests LM ; l'hétérogénéité spatiale porte sur les coefficients et se traite par la segmentation ou la régression géographiquement pondérée.
- Une matrice de pondération standardisée en ligne définit le voisinage ; une matrice spatio-temporelle unidirectionnelle ne fait parler que les ventes antérieures et son jacobien vaut un. Le paramètre autorégressif n'est identifié qu'avec la matrice qui l'accompagne.
- Les résidus du modèle de référence du cas 1 ne présentent aucune dépendance spatiale ($I = -0{,}014$) ; sans les indicatrices de secteur, la dépendance est massive ($I = 0{,}32$), les tests LM désignent le modèle à erreur spatiale, et le SAR attribue à une interaction fictive ce qui n'est qu'une prime de secteur omise.
- Les effets directs d'un SAR ou les coefficients d'un SEM peuvent s'interpréter comme des prix implicites ; les effets totaux, multipliés par $1/(1-\rho)$, ne le peuvent pas sans une justification du mécanisme d'interaction.
- La GWR cartographie les coefficients locaux et retrouve les grandes discontinuités de prix, mais elle lisse les frontières contiguës et ses variations fines ne sont pas toutes significatives ; sa bande passante se choisit par validation croisée.
- Le krigeage des résidus et l'espérance conditionnelle du SEM fournissent un ajustement de localisation pour le sujet à partir des résidus des ventes voisines ; dans l'exemple, ils ramènent un biais de +4,1 % à moins de 2,5 % et réduisent l'erreur de prédiction d'un cinquième.
- Des effets fixes bien placés valent mieux que des effets fixes nombreux ; la connaissance des sous-marchés reste la première ressource, et les modèles spatiaux servent à vérifier qu'elle suffit et à corriger ce qu'elle laisse échapper.

Exercices

Exercice 19.1 — Statistique de Moran à la main ★

Cinq maisons sont alignées le long d'une rue, chacune n'ayant pour voisines que ses deux adjacentes (une seule aux extrémités). Les résidus d'un modèle hédonique sont, dans l'ordre, 0,10 ; 0,06 ; −0,02 ; −0,08 ; −0,06. Construisez la matrice de contiguïté standardisée en ligne, calculez le décalage spatial de chaque résidu, puis la statistique I de Moran de l'équation (19.4). Comparez-la à son espérance sous l'hypothèse nulle et interprétez le signe. Que vaudrait I si les résidus alternaient de signe d'une maison à l'autre ?

Exercice 19.2 — Dépendance ou hétérogénéité ? ★

Pour chacune des situations suivantes, dites si elle relève de la dépendance spatiale ou de l'hétérogénéité spatiale, et proposez l'outil de ce chapitre le mieux adapté : (a) les résidus d'un modèle hédonique sont tous positifs autour d'un nouveau parc ; (b) la prime du garage est forte dans un quartier central sans stationnement sur rue et nulle en banlieue ; (c) les prix des maisons d'un même développement suivent de près les dernières ventes du promoteur ; (d) un modèle estimé sur deux arrondissements donne des élasticités à la superficie de 0,45 et 0,65 ; (e) les ratios valeur au rôle sur prix d'une municipalité sont systématiquement inférieurs à 0,90 dans l'un de ses quartiers.

Exercice 19.3 — Lire les tests LM ★★

Un modèle hédonique estimé sur 450 ventes donne, avec une matrice de six plus proches voisins, $\mathrm{LM}_{\mathrm{err}} = 48{,}2$, $\mathrm{LM}_{\mathrm{lag}} = 31{,}5$, $\mathrm{RLM}_{\mathrm{err}} = 17{,}9$ et $\mathrm{RLM}_{\mathrm{lag}} = 1{,}2$. Appliquez la règle de décision séquentielle de la section 19.3 en indiquant le seuil critique à 5 % d'une loi du χ^2 à un degré de liberté et la valeur p approximative de la statistique $\mathrm{RLM}_{\mathrm{lag}}$. Quelle forme de modèle retenez-vous, et quelle interprétation économique en donnez-vous ? Qu'auriez-vous conclu si les deux statistiques robustes avaient dépassé 20 ?

Exercice 19.4 — Effets directs, indirects et totaux ★★

Un SAR estimé avec une matrice standardisée en ligne donne $\hat{\rho} = 0{,}4385$ et un coefficient de 0,5571 pour le logarithme de la superficie et de 0,0604 pour la qualité. Calculez l'effet total moyen de chaque variable par la proposition 19.2. Sachant que l'effet direct moyen de la superficie vaut 0,5715, déduisez l'effet indirect. Le générateur du jeu de données impose une élasticité de 0,55 : quelle est l'ampleur de l'artefact dans l'effet total, et quel est le seul des trois effets qu'un évaluateur pourrait utiliser pour dériver un ajustement de superficie ?

Exercice 19.5 — Poids d'un noyau gaussien ★★

Quatre ventes se trouvent à 0,5 ; 1 ; 2 et 5 kilomètres d'un sujet. Calculez leurs poids dans une régression géographiquement pondérée à noyau gaussien pour une bande passante de 2 km puis de 5 km, et les poids normalisés à somme unitaire. Commentez le rôle de la vente à 5 km dans chaque cas et reliez le choix de la bande passante à l'arbitrage biais–variance du chapitre 16 sur le nombre de comparables.

Exercice 19.6 — Krigeage ordinaire à trois voisins ★★★

Le résidu d'un modèle hédonique est connu pour trois ventes situées, dans un repère en kilomètres centré sur le sujet, en $(1, 0)$, $(0, 2)$ et $(-3, 0)$, avec les valeurs 0,08 ; 0,05 et $-0{,}01$. Le variogramme exponentiel ajusté a une pépite $c_0 = 0{,}0045$, un palier partiel $c_1 = 0{,}009$ et un paramètre de portée $a = 5$ km. Écrivez le système de krigeage ordinaire de l'équation (19.20), résolvez-le, puis donnez le résidu krigé au sujet et la variance de krigeage. Comparez le résultat à la moyenne simple et à la moyenne pondérée par l'inverse de la distance, et expliquez pourquoi le krigeage donne au point le plus éloigné un poids supérieur à celui que lui accorde l'inverse de la distance, et au point le plus proche un poids inférieur.

Exercice 19.7 — Sensibilité à la matrice et prédiction pour le sujet ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch19_spatial.py` et des fonctions de `traite.hedonique`, estimez le SEM sans indicatrices de secteur avec les matrices de 4, 8 et 16 plus proches voisins, puis calculez pour chacune l'espérance conditionnelle du résidu au sujet et l'indication de valeur qui en résulte. Comparez la dispersion de ces trois indications à celle des paramètres $\hat{\lambda}$ du tableau 19.8. Remplacez ensuite la fenêtre de douze mois de la matrice spatio-temporelle par vingt-quatre mois et commentez l'effet sur le nombre de ventes sans voisine antérieure et sur $\hat{\rho}_{\text{st}}$. Rédigez une note de 200 mots sur ce que ces résultats impliquent pour la documentation d'un ajustement de localisation dérivé d'un modèle spatial.

Pour aller plus loin

L'ouvrage fondateur de Anselin (1988) reste la référence pour les tests et les modèles autorégressifs ; LeSage et Pace (2009) en donnent une présentation moderne centrée sur l'interprétation des effets et les méthodes de calcul, et Elhorst (2014) étendent le cadre aux données de panel, que le chapitre 36 mobilise. Pour les microdonnées immobilières, Dubé et Legros (2014) est le manuel le plus directement utile, avec sa discussion des matrices spatio-temporelles introduites dans Dubé et Legros (2013) et prolongées en estimateurs de différences de différences spatio-temporelles par Dubé et al. (2014) et Dubé et al. (2017). Le lecteur qui aborde la géostatistique lira d'abord le primer de Dubin (1998), puis Dubin (1988), Basu et Thibodeau (1998) et Gillen et al. (2001) sur la structure de l'autocorrélation des prix de maisons, et Pace et al. (1998b) pour les questions de calcul à grande échelle ; Pace et al. (1998a) proposent le modèle autorégressif spatio-temporel qui a inspiré la pondération des ventes antérieures. La régression géographiquement pondérée est exposée dans Fotheringham et al. (2002), et ses applications québécoises dans Thériault et al. (2003) et Kestens et al. (2006). Bourassa et al. (2010) comparent, en termes de précision de prédiction, les principales approches de ce chapitre, et Goodman et Thibodeau (2003) ainsi que Bourassa et al. (2003) montrent ce que les sous-marchés apportent à cette précision. Les modèles spatio-temporels bayésiens de Gelfand et al. (1998) et Banerjee et al. (2004) ouvrent sur le chapitre 39, et les estimateurs par moments de Kelejian et Prucha (1998) et

Kelejian et Prucha (2010) sur les situations où la vraisemblance normale n'est pas tenable.

20

Réconciliation et incertitude

Les chapitres précédents ont laissé le lecteur devant plusieurs chiffres pour une même maison : une valeur pondérée par comparaison de 575 565 $ (chapitre 17), une prédiction hédonique de 637 953 $ assortie d'un intervalle de prédiction de 539 682 $ à 749 087 $ (chapitre 18), une indication par le coût de 579 501 $ obtenue d'un coût neuf de 397 567 $ (chapitre 21), d'une dépréciation extraite du marché et d'une valeur de terrain de 277 000 $ (chapitre 24), et, en amont, une indication brute par le prix unitaire qui variait de 525 768 $ à 608 014 $ selon la façon de choisir les comparables (chapitre 16). Aucun de ces chiffres n'est la valeur marchande ; chacun en est une *indication*, c'est-à-dire une estimation produite par une méthode, avec ses données, ses hypothèses et son erreur. Le présent chapitre traite du passage de ces indications à une conclusion : comment les pondérer, ce que l'on sait de leur précision, comment mesurer l'incertitude qui subsiste et comment la communiquer dans un rapport soumis aux normes de pratique. Il formalise d'abord la réconciliation comme la combinaison d'estimateurs bruités et parfois corrélés, puis il distingue soigneusement l'intervalle qui porte sur la valeur de celui qui porte sur le prix, recense les sources d'incertitude déjà mesurées dans les chapitres précédents, introduit le bootstrap des comparables comme outil de mesure, examine l'indication par le coût et son incertitude, et conduit la réconciliation complète du cas 1 jusqu'à une fourchette et une valeur ponctuelle justifiées, que le chapitre 45 reprendra. Le chapitre se clôt sur ce que seul un jeu synthétique permet : comparer la conclusion à la valeur que la loi de génération des données assigne au sujet.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- formuler la réconciliation comme une combinaison pondérée d'indications, en dériver la variance avec corrélation, et calculer les poids qui la minimisent ;
- distinguer l'intervalle de confiance de la valeur marchande, l'intervalle de prédiction du prix et la fourchette de valeur conclue, et dire ce que les normes exigent ou permettent à propos de chacun ;
- recenser et hiérarchiser les sources d'incertitude d'un dossier de comparaison : sélection des comparables, ajustements, spécification du modèle, bruit de transaction ;
- mettre en œuvre un bootstrap des comparables à trois niveaux (candidats, ajuste-

ments, les deux) et en lire la distribution ;
- caractériser l'incertitude d'une indication par le coût, la rééchantillonner avec les autres indications et juger de son poids dans la réconciliation ;
- rédiger une conclusion de valeur qui expose le raisonnement, la fourchette, la valeur la plus probable, l'arrondi et les hypothèses, conformément aux Normes de pratique professionnelle et aux cadres canadien et international.

20.1 De plusieurs indications à une conclusion

20.1.1 Ce que la réconciliation n'est pas

La **réconciliation** (en anglais *reconciliation*, parfois *correlation* dans les textes anciens) est l'étape par laquelle l'évaluateur passe des indications de valeur fournies par les méthodes qu'il a appliquées à une conclusion unique, accompagnée de son raisonnement. Les manuels professionnels la décrivent comme un jugement fondé sur trois critères : la quantité et la qualité des données dont chaque méthode a disposé, la pertinence de la méthode pour le type de bien et pour la fin de l'évaluation, et la cohérence interne de chaque indication avec les autres et avec le marché (Appraisal Institute 2026 ; UBC Real Estate Division 2010). Les Normes internationales d'évaluation en vigueur sont plus explicites encore sur ce que la réconciliation n'est pas : lorsque plusieurs approches ou méthodes sont utilisées, « the process of analysing and reconciling the differing values into a single conclusion, without averaging, should be described by the valuer in the report » (International Valuation Standards Council 2025, IVS 103, § 10.07). La proscription de la moyenne simple n'est pas une coquetterie : une moyenne non pondérée traite comme équivalentes une indication tirée de six cents ventes et une indication tirée de trois hypothèses non vérifiées, et la section 20.6 montrera, sur le cas 1, qu'elle conduit à une conclusion que personne ne défendrait.

Définition 20.1 : Indication de valeur et réconciliation

Une **indication de valeur** est l'estimation de la valeur recherchée produite par une méthode donnée, appliquée à des données données, sous des hypothèses déclarées ; elle est entachée d'une erreur dont la variance et, éventuellement, le biais dépendent de la méthode et des données. La réconciliation est l'opération qui, à partir de plusieurs indications et de ce que l'on sait de leurs erreurs, produit une conclusion de valeur, ponctuelle ou en fourchette, et le raisonnement qui la justifie.

Cette définition déplace la question. Si chaque indication est un estimateur de la même quantité, la valeur marchande $V_s = \mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}_s, t]$ définie au chapitre 16, alors la réconciliation est un problème de combinaison d'estimateurs, et ce problème a une théorie. Elle a été développée hors de l'immobilier, pour la combinaison de prévisions économiques, par Bates et Granger (1969), qui ont montré que la combinaison optimale de deux prévisions dépend de leurs variances *et* de leur corrélation, et qu'une prévision médiocre mérite un poids positif dès qu'elle apporte une information que l'autre n'a pas ; Granger et Ramanathan (1984) ont ensuite relâché la contrainte de somme unitaire des poids. En évaluation, Vandell (1991) et Gau et al. (1992) ont appliqué le même raisonnement à la pondération des comparables,

Green (1994) en a souligné les limites pratiques, et Kummerow et Galfalvy (2002) ont formulé la réconciliation comme un arbitrage entre l'erreur de biais et l'erreur de variance. Le présent chapitre reprend ce fil et le pousse jusqu'au chiffre.

20.1.2 Moyenne pondérée, variance et corrélation

Soit m indications $\hat{V}_1, \dots, \hat{V}_m$ de la même valeur V_s, d'écarts-types $\sigma_1, \dots, \sigma_m$ et de corrélations ρ_{ij} entre leurs erreurs, réunies dans la matrice de covariance Σ d'éléments $\Sigma_{ij} = \rho_{ij}\sigma_i\sigma_j$. La conclusion combinée est la moyenne pondérée

$$\hat{V} = \sum_{i=1}^{m} w_i \hat{V}_i = \mathbf{w}^{\mathsf{T}}\hat{\mathbf{V}}, \qquad \sum_{i=1}^{m} w_i = 1, \tag{20.1}$$

et sa variance vaut

$$\operatorname{Var}[\hat{V}] = \mathbf{w}^{\mathsf{T}}\Sigma\,\mathbf{w} = \sum_{i=1}^{m} w_i^2\sigma_i^2 + 2\sum_{i<j} w_i w_j\,\rho_{ij}\,\sigma_i\sigma_j. \tag{20.2}$$

Lorsque les indications sont sans biais, la variance est toute l'erreur ; lorsqu'elles ne le sont pas, c'est-à-dire lorsque l'indication i s'écarte en espérance de V_s d'un biais b_i, l'erreur quadratique moyenne de la combinaison ajoute au terme de variance le carré du biais combiné :

$$\operatorname{EQM}[\hat{V}] = \mathbf{w}^{\mathsf{T}}\Sigma\,\mathbf{w} + \Big(\sum_{i=1}^{m} w_i\,b_i\Big)^2. \tag{20.3}$$

Cette écriture contient déjà la leçon principale de la réconciliation. Les variances se mesurent, par la dispersion des comparables, par les erreurs-types d'une régression, par le bootstrap ; les biais, eux, ne se mesurent pas à partir des données qui ont produit l'indication, puisqu'une méthode ne peut pas détecter son propre biais. Les biais se *jugent*, à partir de ce que l'on sait des hypothèses, des données omises et des circonstances du marché, et c'est à ce jugement que les critères des manuels, quantité et qualité des données, pertinence de la méthode, s'appliquent en réalité. La pondération raisonnée de la pratique est donc, au sens de l'équation (20.3), une pondération par la variance corrigée du biais présumé : une indication précise mais que l'on soupçonne biaisée ne doit pas recevoir le poids que sa seule variance lui vaudrait.

Proposition 20.1 : Poids de variance minimale avec corrélation

Sous la contrainte $\sum_i w_i = 1$, la variance (20.2) est minimale pour

$$\mathbf{w}^{*} = \frac{\Sigma^{-1}\mathbf{1}}{\mathbf{1}^{\mathsf{T}}\Sigma^{-1}\mathbf{1}}, \qquad \operatorname{Var}[\hat{V}^{*}] = \frac{1}{\mathbf{1}^{\mathsf{T}}\Sigma^{-1}\mathbf{1}}. \tag{20.4}$$

Pour deux indications d'écarts-types σ_1 et σ_2 et de corrélation ρ, le poids optimal de la première et la variance minimale s'écrivent

$$w_1^{*} = \frac{\sigma_2^2 - \rho\,\sigma_1\sigma_2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\,\sigma_1\sigma_2}, \qquad \operatorname{Var}[\hat{V}^{*}] = \frac{\sigma_1^2\sigma_2^2\,(1-\rho^2)}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\,\sigma_1\sigma_2}. \tag{20.5}$$

Si les erreurs sont indépendantes ($\rho = 0$), les poids sont proportionnels aux précisions $1/\sigma_i^2$ et l'on retrouve la règle du chapitre 16 (équation (16.6)). Si $\rho > \sigma_1/\sigma_2$ avec $\sigma_1 < \sigma_2$,

> le poids optimal de l'indication la moins précise devient négatif.

Démonstration. On minimise le lagrangien $\mathbf{w}^\top \Sigma \mathbf{w} - \lambda(\mathbf{1}^\top \mathbf{w} - 1)$. La condition du premier ordre $2\Sigma\mathbf{w} = \lambda\mathbf{1}$ donne $\mathbf{w} = \frac{\lambda}{2}\Sigma^{-1}\mathbf{1}$, et la contrainte fixe $\lambda/2 = 1/(\mathbf{1}^\top\Sigma^{-1}\mathbf{1})$. En substituant, $\mathrm{Var}[\hat{V}^*] = \mathbf{w}^{*\top}\Sigma\mathbf{w}^* = (\mathbf{1}^\top\Sigma^{-1}\mathbf{1})^{-1}$. Pour $m = 2$, l'inverse de Σ se calcule explicitement et $\Sigma^{-1}\mathbf{1} \propto (\sigma_2^2 - \rho\sigma_1\sigma_2,\ \sigma_1^2 - \rho\sigma_1\sigma_2)$, d'où (20.5) ; le numérateur de w_2^* est négatif lorsque $\rho\sigma_1\sigma_2 > \sigma_1^2$, c'est-à-dire $\rho > \sigma_1/\sigma_2$. La fonction `poids_gls` du script du chapitre calcule (20.4) et `poids_optimaux_deux` calcule (20.5). □

Trois conséquences gouvernent l'usage de cette proposition en réconciliation. Premièrement, la corrélation réduit le gain de la combinaison : deux indications qui partagent la même erreur, par exemple deux grilles de comparaison alimentées par les mêmes prix implicites, ne se corrigent pas l'une l'autre, et la variance minimale (20.5) tend vers σ_1^2 lorsque ρ tend vers σ_1/σ_2. Deuxièmement, un poids négatif n'a pas de sens en évaluation, où chaque indication est censée apporter une information sur la valeur et non servir de correction à une autre ; en pratique, on contraint les poids à l'intervalle $[0, 1]$, ce qui revient, lorsque la solution non contrainte est négative, à abandonner l'indication la moins précise. Troisièmement, et c'est le point que Green (1994) a soulevé pour les comparables, la proposition suppose Σ connue ; or les écarts-types et surtout les corrélations ne sont jamais connus, ils sont estimés, parfois grossièrement, et la section 20.4 montre comment le bootstrap peut en fournir une estimation défendable pour les indications qui reposent sur des données, laissant au jugement celles qui reposent sur des hypothèses.

20.1.3 Les critères de la pondération raisonnée

Le tableau 20.1 traduit les critères des manuels dans le langage de l'équation (20.3). Chaque critère répond à une question précise et agit soit sur la variance présumée de l'indication, soit sur son biais présumé. La quantité d'information agit sur la variance : une indication fondée sur six cents transactions est, toutes choses égales, plus précise qu'une indication fondée sur cinq, et l'équation (16.5) du chapitre 16 en donne la mesure. La qualité des données agit sur le biais : une vente non vérifiée, un coût unitaire transposé d'un autre marché, un loyer contractuel pris pour un loyer de marché introduisent des erreurs systématiques que la variance ne mesure pas. La pertinence de la méthode agit sur les deux : une méthode inadaptée au bien, le coût pour un immeuble ancien dans un marché tendu, le revenu pour une maison achetée par un occupant, produit une indication dont ni la variance ni le biais ne sont maîtrisés. La cohérence, enfin, est le critère de contrôle : lorsqu'une indication s'écarte nettement des autres, l'évaluateur doit expliquer l'écart avant de pondérer, parce qu'un écart inexpliqué est le symptôme d'un biais dans l'une ou l'autre des indications, et le chapitre 17 a montré, pour le cas 1, qu'un tel écart peut avoir une explication purement statistique.

20.1.4 Les biais de jugement dans la réconciliation

La réconciliation est l'étape où le jugement pèse le plus, et donc celle où les biais de jugement documentés par la recherche comportementale sont les plus dangereux. Northcraft et Neale (1987) ont montré qu'un prix demandé fictif déplaçait les estimations d'évaluateurs professionnels ; Diaz (1990) que la sélection des comparables s'écarte du modèle normatif enseigné ; Diaz (1997) que l'opinion de valeur formée avant l'analyse influence le traitement

Tableau 20.1. Critères de la pondération raisonnée et leur traduction dans le cadre biais–variance

Critère	Question posée à l'indication	Exemples dans le cas 1	Effet sur le poids
Quantité d'information	Sur combien d'observations indépendantes repose-t-elle ? Quelle est sa variance d'échantillonnage ?	5 comparables (grille) ; 600 ventes (modèle) ; 600 ventes pour la dépréciation extraite et 13 ventes récentes pour le terrain (coût)	variance : poids $\propto 1/\sigma^2$
Qualité des données	Les données sont-elles vérifiées, mesurées comme celles du sujet, contemporaines ?	ventes synthétiques homogènes ; coût neuf calibré sur une fourchette montréalaise ; terrain extrait de treize ventes récentes, non observé directement	biais présumé : poids réduit si les données sont douteuses
Pertinence de la méthode	La méthode estime-t-elle bien la valeur recherchée pour ce type de bien et cette fin ?	comparaison et modèle visent $\mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}_s]$; le coût, pour un bâtiment de 28 ans, dépend d'une dépréciation qu'il faut extraire du marché	biais présumé et variance : poids réduit
Cohérence	L'indication est-elle compatible avec les autres et avec le marché ? Si non, l'écart est-il expliqué ?	écart grille/modèle de −9,8 % expliqué par les résidus (proposition 17.2)	corrélation et biais : poids ajusté après explication

Source : synthèse de l'auteur d'après les critères décrits par Appraisal Institute (2026) et le cadre de Kummerow et Galfalvy (2002).

des comparables ; Diaz et Hansz (2002) ont dressé le bilan de ces travaux. Dans le domaine des évaluations répétées d'immeubles de placement, Geltner (1993) a modélisé le lissage des valeurs d'expertise, c'est-à-dire la tendance de l'évaluateur à n'ajuster que partiellement sa conclusion vers l'information nouvelle en s'ancrant sur la valeur précédente, et Clayton et al. (2001) en ont trouvé la trace dans des évaluations individuelles. Pour la réconciliation, ces résultats ont une conséquence pratique : les poids doivent être fixés, et leur justification écrite, *avant* que la valeur combinée ne soit calculée, et jamais ajustés après coup pour rapprocher la conclusion d'une valeur attendue, qu'il s'agisse d'un prix de vente convenu, d'une évaluation antérieure ou de la valeur au rôle. Le protocole du présent chapitre suit cette règle : les indications sont d'abord caractérisées, leurs écarts-types estimés, les poids déduits de critères écrits, et la conclusion calculée en dernier.

20.2 Intervalle de valeur et valeur ponctuelle

20.2.1 Trois intervalles qui n'ont pas le même objet

Le chapitre 18 a laissé deux nombres qui portent le même nom d'intervalle et qui mesurent des choses différentes, et la confusion entre eux est l'une des plus répandues dans les rapports. Le premier est l'**intervalle de confiance** de la valeur marchande : il décrit l'incertitude de l'estimation de $\mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}_s]$, qui provient de ce que les paramètres du marché sont estimés sur un échantillon fini. Pour le modèle semi-logarithmique de référence, il s'écrit

$$\Big[\, \exp\!\big(\mathbf{x}_s^{\top}\hat{\beta} - z_{1-a/2}\sqrt{\mathbf{x}_s^{\top}\hat{\mathbf{V}}\mathbf{x}_s}\,\big)\,\hat{\delta},\;\; \exp\!\big(\mathbf{x}_s^{\top}\hat{\beta} + z_{1-a/2}\sqrt{\mathbf{x}_s^{\top}\hat{\mathbf{V}}\mathbf{x}_s}\,\big)\,\hat{\delta}\Big], \tag{20.6}$$

où $\hat{\delta}$ est le facteur de retransformation de Duan (équation (18.15)) ; sur le cas 1, la variance d'estimation $\mathbf{x}_s^{\top}\hat{\mathbf{V}}\mathbf{x}_s = 0{,}00010$ donne une demi-largeur de 2,0 % et un intervalle de 625 586 $ à 650 596 $. Le second est l'**intervalle de prédiction** du prix (équation (18.16)), qui ajoute à la variance d'estimation la variance du bruit de transaction $\hat{\sigma}^2$: il décrit la dispersion des prix auxquels le sujet pourrait effectivement se vendre, et il va de 539 682 $ à 749 087 $, soit une demi-largeur de 16,4 %, plus de huit fois celle de l'intervalle de confiance. Le troisième est la **fourchette de valeur** que l'évaluateur conclut : elle n'est ni l'un ni l'autre, parce qu'elle intègre l'incertitude de la réconciliation elle-même, celle des poids, des hypothèses et des méthodes, que ni l'intervalle de confiance d'un seul modèle ni l'intervalle de prédiction ne contiennent.

Définition 20.2 : Fourchette de valeur

La **fourchette de valeur** est l'intervalle à l'intérieur duquel l'évaluateur juge que se situe la valeur marchande, compte tenu de l'ensemble des indications, de leurs incertitudes mesurées et de l'incertitude de la pondération ; la **valeur la plus probable** est le point de cette fourchette que l'évaluateur retient comme conclusion ponctuelle. La fourchette porte sur la valeur, c'est-à-dire sur le centre de la distribution des prix possibles, et non sur le prix d'une transaction particulière.

La distinction a des conséquences pratiques immédiates. Un lecteur qui lit une fourchette de 540 000 $ à 750 000 $ croit que l'évaluateur hésite de 40 % sur la valeur, alors que ce

chiffre décrit la loterie de la négociation ; un lecteur qui lit 626 000 $ à 651 000 $ croit la valeur connue à 2 % près, alors que ce chiffre ne mesure que l'imprécision des coefficients d'un modèle dont la spécification, les données et la pertinence sont elles-mêmes incertaines. Ni l'un ni l'autre n'est la fourchette de valeur. Le chapitre 10 a posé la règle de rédaction : une distribution prédictive de la valeur donne une fourchette par ses quantiles (équation (10.9)), et la valeur ponctuelle en est la médiane ou l'espérance selon la convention déclarée. Le présent chapitre fournit la distribution.

20.2.2 Ce que les normes exigent et ce qu'elles permettent

Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent une **conclusion de valeur**, qu'elles supposent ponctuelle lorsqu'elles imposent, à la règle 2.3, de rappeler toute hypothèse extraordinaire « à chaque fois qu'il indique sa conclusion de valeur » et d'exposer « le traitement de l'information et le raisonnement » qui y conduisent (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, éléments 7 et 8) ; elles exigent aussi de justifier le rejet d'une méthode traditionnelle (élément 10). Elles n'interdisent pas d'adjoindre une fourchette à la conclusion, et rien dans leur texte ne prescrit la forme de la réconciliation. Le CUSPAP 2026 de l'Institut canadien des évaluateurs encadre les hypothèses extraordinaires et les conditions hypothétiques dont la fausseté « could materially alter the opinions or conclusions » (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3), ce qui oblige à mesurer l'incidence d'une hypothèse sur la valeur sans imposer d'intervalle. Les Normes internationales d'évaluation, on l'a vu, exigent que la réconciliation vers une conclusion unique soit décrite sans moyenne (International Valuation Standards Council 2025, IVS 103, § 10.07), que la valeur soit accompagnée de son « rationale » et que les hypothèses significatives et conditions limitatives figurent au rapport (International Valuation Standards Council 2025, IVS 106, § 30.06). Le Red Book de la RICS va plus loin que tous : il rappelle que « All valuations are estimates and therefore always subject to a degree of uncertainty » (Royal Institution of Chartered Surveyors 2024, VPGA 10, § 1.2) et rend obligatoire, au rapport, un commentaire sur l'incertitude d'évaluation lorsqu'elle est *significative* (*material valuation uncertainty*), c'est-à-dire lorsqu'elle « falls outside any parameters that might normally be expected and accepted » (Royal Institution of Chartered Surveyors 2024, VPS 6, § 2.2(o)). Aucun de ces cadres n'exige de fourchette chiffrée pour une évaluation ordinaire ; tous exigent que le raisonnement soit exposé et que les hypothèses dont dépend la conclusion le soient avec leur incidence ; le Red Book exige en outre que l'incertitude anormale soit déclarée. Dans ce cadre, la fourchette de valeur est un instrument que l'évaluateur *peut* fournir, qui satisfait à l'exigence de raisonnement mieux qu'un chiffre nu, et qui devient presque indispensable lorsque les indications divergent ou que le marché est mince. French et Gabrielli (2004) ont soutenu que l'incertitude est inhérente à toute évaluation et que la communiquer est un devoir envers le lecteur ; French et Gabrielli (2005) ont montré comment la propager dans un flux actualisé, et le chapitre 40 prolongera ce dernier point.

20.3 Les sources d'incertitude d'un dossier de comparaison

Les chapitres précédents ont, chacun pour sa part, mesuré une source d'incertitude du cas 1 ; le tableau 20.2 les rassemble pour qu'on en voie la hiérarchie. La première source est le *choix des comparables* : le chapitre 16 a répété la sélection pour 48 combinaisons du nombre de comparables, du rayon et de la fenêtre temporelle et obtenu des indications brutes

de 525 768 $ à 608 014 $, d'écart-type 24 069 $, soit 4,4 % ; cette dispersion, mesurée avant tout ajustement, tient à la fois au bruit de transaction des ventes retenues et au biais de localisation que le rayon introduit. La deuxième est l'*incertitude des ajustements* : le chapitre 17 a déplacé chaque prix implicite de plus ou moins 1,96 erreur-type et n'a jamais déplacé la valeur pondérée de plus de 7 380 $; le choix de l'indice temporel entre 3 et 6 % par année la déplace de 16 734 $, et l'omission d'un ajustement de 21 687 $ (qualité) à 30 357 $ (temps). La troisième est la *spécification et l'échantillon du modèle* : le chapitre 18 a fait varier la forme fonctionnelle, les indicatrices temporelles et le sous-échantillon d'estimation et obtenu des prédictions de 627 260 $ à 649 980 $ pour les spécifications en logarithme, et de 625 967 $ à 640 098 $ selon le sous-échantillon, soit deux à trois points de pourcentage. La quatrième est le **bruit de transaction** lui-même, $\hat{\sigma} = 0{,}083$, qui domine l'intervalle de prédiction mais ne pèse sur l'estimation de la valeur qu'à travers le nombre de ventes : divisé par $\sqrt{600}$ dans le modèle, il ne l'est que par $\sqrt{5}$ dans la grille, et c'est l'origine de l'écart de −8,5 % entre les deux que la proposition 17.2 a établi. La cinquième, enfin, est propre au coût : le chapitre 21 a montré qu'une année d'indice des prix de la construction déplace le coût neuf de 8,6 % et que les taux d'indirects et d'incitatif en déplacent chacun quelques pour cent ; le chapitre 24 y a ajouté l'incertitude, plus grande encore, du terrain (±15 % déplacent l'indication de 537 951 $ à 621 051 $) et du choix de la lecture de la dépréciation (extraite du marché ou ventilée par composantes : 579 501 $ contre 445 872 $).

Deux lectures du tableau importent. D'abord, les sources aléatoires et les sources systématiques ne se traitent pas de la même façon : les premières se mesurent et se réduisent en ajoutant des données, les secondes se jugent et se réduisent en vérifiant ; un bootstrap, si soigné soit-il, ne dira jamais que l'indice de prix choisi était le mauvais. Ensuite, les sources ne s'additionnent pas toutes : l'incertitude des coefficients est déjà contenue dans celle des ajustements, et la dispersion du choix des comparables contient celle du bruit de transaction. Pour obtenir une mesure d'ensemble qui ne compte rien deux fois, il faut une procédure qui rejoue l'ensemble du calcul, de la sélection des comparables à la valeur pondérée, en faisant varier simultanément ce qui doit varier ; c'est ce que fait le bootstrap.

20.4 Le bootstrap des comparables

20.4.1 Principe

Le **bootstrap** (en anglais *bootstrap*, terme conservé dans l'usage francophone) est la méthode de rééchantillonnage proposée par Efron (1979) pour estimer la distribution d'un estimateur sans hypothèse sur la loi des données : on tire, avec remise, des échantillons de même taille que l'échantillon observé, on recalcule l'estimateur sur chacun, et la dispersion des valeurs obtenues estime celle de l'estimateur ; l'exposé de référence est celui d'Efron et Tibshirani (1993). Soit T la fonction qui, appliquée à un échantillon de ventes, produit l'indication de valeur, et $\mathcal{S}_b^*$ le b-ième rééchantillon. L'écart-type bootstrap et l'intervalle percentile au niveau $1-a$ sont

$$\hat{V}_b^* = T(\mathcal{S}_b^*), \qquad \widehat{\mathrm{ET}}^* = \sqrt{\frac{1}{B-1}\sum_{b=1}^{B}\left(\hat{V}_b^* - \bar{V}^*\right)^2}, \qquad \left[\hat{V}^*_{(a/2)},\ \hat{V}^*_{(1-a/2)}\right], \tag{20.7}$$

où $\hat{V}^*_{(q)}$ désigne le quantile empirique d'ordre q des B réplications. L'intérêt pour l'évaluation est double. D'une part, la fonction T peut être aussi compliquée que l'on veut, filtres,

Tableau 20.2. Sources d'incertitude du cas 1 mesurées dans les chapitres précédents et nature de chacune

Source	Mesure obtenue	Nature	Chapitre
Choix des comparables (k, rayon, fenêtre)	48 combinaisons : 525 768 $ à 608 014 $, écart-type 24 069 $ (4,4 %)	aléatoire (bruit des ventes) et systématique (biais de rayon)	chapitre 16
Prix implicites des ajustements ($\pm 1{,}96$ e.-t.)	au plus 7 380 $ par groupe (temps) ; 754 $ pour la superficie	aléatoire, petite	chapitre 17
Indice de conditions du marché (3 à 6 %/an)	16 734 $ d'étendue	systématique (choix de source)	chapitre 17
Omission d'un ajustement	temps 30 357 $; qualité 21 687 $; âge 8 385 $	systématique	chapitre 17
Spécification du modèle (formes en logarithme)	627 260 $ à 649 980 $ ($-1{,}7$ à $+1{,}9$ %)	systématique	chapitre 18
Échantillon d'estimation	625 967 $ à 640 098 $ (2,2 %)	aléatoire	chapitre 18
Coefficients du modèle (variance d'estimation au sujet)	demi-largeur 2,0 %	aléatoire	chapitre 18
Bruit de transaction	$\hat{\sigma} = 0{,}083$; intervalle de prédiction ± 16 %	aléatoire, irréductible pour un prix	chapitre 18
Coût neuf (indice, indirects, incitatif)	$\pm 8{,}6$ % pour une année d'IPCB ; grille des taux	systématique	chapitre 21
Terrain extrait et lecture de la dépréciation	terrain ± 15 % : 537 951 $ à 621 051 $; ventilée contre extraite : 445 872 $ contre 579 501 $	aléatoire (13 ventes) et systématique (méthode)	chapitre 24

Source : [données synthétiques] chiffres repris des scripts `ch16_selection.py`, `ch17_ajustements.py`, `ch18_hedonique.py` et `ch21_cout_neuf.py` (données synthétiques, graine 20261031).

classement, ajustements en cascade, pondération, sans que la théorie ait à en dériver la variance ; d'autre part, le bootstrap rejoue le calcul dans son ensemble et respecte donc les dépendances entre ses étapes, ce que l'addition des incertitudes du tableau 20.2 ne ferait pas. Hastie et al. (2009) en donnent l'exposé moderne et les liens avec la validation croisée du chapitre 37.

20.4.2 Trois niveaux de rééchantillonnage

Dans un dossier de comparaison, deux ensembles de données sont rééchantillonnables, et ils répondent à deux questions différentes. Le premier est le bassin des *candidats* laissés par les filtres de la section 16.4 du chapitre 16, seize ventes pour le cas 1 : les rééchantillonner avec remise, puis appliquer le classement par distance d'attributs et retenir les cinq plus proches, mesure la sensibilité de l'indication à la composition de ce bassin, c'est-à-dire ce qui serait arrivé si d'autres ventes semblables avaient eu lieu ou si certaines n'avaient pas eu lieu. Le second est l'ensemble des *ventes du marché* sur lesquelles le modèle hédonique est estimé, six cents pour le cas 1 : les rééchantillonner par paires, réestimer le modèle et recalculer les ajustements des cinq comparables fixes mesure l'incertitude des prix implicites, c'est-à-dire la source « coefficients » du tableau 20.2, mais cette fois propagée à travers toute la cascade et la pondération. Le troisième niveau rééchantillonne les deux à la fois, dans la même réplication, et c'est lui qui donne la mesure d'ensemble ; il donne aussi, comme sous-produit, la corrélation entre l'indication par comparaison et la prédiction hédonique recalculée sur le même rééchantillon du marché, puisque les deux partagent les mêmes coefficients. Si les deux sources sont indépendantes, ce que le protocole garantit en les tirant séparément, la variance du troisième niveau est la somme des deux premières :

$$\mathrm{Var}^{*}_{\text{conjoint}} \approx \mathrm{Var}^{*}_{\text{candidats}} + \mathrm{Var}^{*}_{\text{ajustements}}, \tag{20.8}$$

une identité que le script vérifie à 5 % près et qui sert de contrôle du calcul. Une variante paramétrique du deuxième niveau tire directement les coefficients dans leur loi normale asymptotique, $\beta^{*} \sim \mathcal{N}(\hat{\beta}, \hat{\mathbf{V}}_{\mathrm{HC}_1})$, et doit donner le même résultat lorsque l'échantillon est grand ; c'est un second contrôle.

Le bootstrap des candidats a une alternative exacte lorsque le bassin est petit : énumérer tous les sous-ensembles de k candidats parmi n_c. Pour $k = 5$ et $n_c = 16$, il y en a $\binom{16}{5} = 4\,368$, et le calcul de la valeur pondérée pour chacun prend moins d'une seconde. Cette énumération ne répond pas tout à fait à la même question que le bootstrap, parce qu'elle donne le même poids à un sous-ensemble de candidats lointains qu'au sous-ensemble des cinq plus proches, alors que le bootstrap, en conservant le classement par distance, favorise les proches ; mais elle situe la sélection effectivement retenue dans l'ensemble de celles qui étaient possibles, et cette situation est instructive.

20.4.3 Ce que le bootstrap ne voit pas

Le bootstrap estime la variabilité d'échantillonnage ; il ne voit pas ce qui est commun à tout l'échantillon. Si les seize candidats partagent un même écart par rapport au marché, parce qu'ils appartiennent à un micro-marché moins cher ou parce que le hasard les a tous placés sous la courbe du modèle, aucun rééchantillonnage ne le révélera : la distribution bootstrap sera centrée sur l'indication observée, écart compris. C'est la limite que le tableau 20.2 annonçait pour toutes les sources systématiques, et elle a une conséquence pour

la fourchette de valeur : un intervalle bootstrap d'une seule méthode est toujours trop étroit, parce qu'il ignore le biais de la méthode, et c'est la confrontation de plusieurs méthodes, non le rééchantillonnage de l'une d'elles, qui renseigne sur les biais. Les résidus des candidats par rapport au modèle, que la figure 20.1 présentera, sont précisément un instrument de cette confrontation.

20.5 L'indication par le coût du cas 1

Le chapitre 21 a établi le coût neuf du sujet, $C_N = 397\,567\,\$$ (équation (21.11)), et le chapitre 24 en a déduit l'indication par le coût que le présent chapitre reprend telle quelle, par le script `ch24_depreciation.py`, sans la recalculer. La valeur du terrain y est extraite des treize ventes de moins de dix ans du secteur de Hull, pour chacune desquelles la différence entre le prix ramené à la date d'évaluation et le coût neuf déprécié du bâtiment estime la valeur du terrain ; la médiane de ces valeurs, 276 954 $, est arrondie à $V_L = 277\,000\,\$$, soit 447 $/m² pour 620 m² et une part de 50,5 % du prix des maisons récentes. La dépréciation totale est extraite du marché sur les 600 ventes, par l'ajustement d'un profil quadratique du taux de dépréciation sur l'âge ; à 28 ans, ce profil donne 22,00 % du coût neuf, soit 87 461 $, auxquels le chapitre 24 ajoute une désuétude fonctionnelle curable propre au sujet de 7 605 $; la dépréciation totale est de 95 066 $, soit 23,91 %. L'indication par le coût suit l'identité de la méthode (équation (21.1)) :

$$\hat{V}_{\text{coût}} = V_L + C_N - D_{\text{extraite}} - D_{\text{fonc}} = 277\,000 + 397\,567{,}33 - 87\,461{,}05 - 7\,605{,}31 = 579\,501\,\$, \tag{20.9}$$

arrondie à 580 000 $ au chapitre 24. La lecture ventilée de la dépréciation physique du chapitre 11, qui attribue une vie utile à chacune des composantes, donnait au contraire 57,5 % et une valeur de 445 872 $; le chapitre 24 l'a présentée comme la borne basse de la méthode et l'a écartée, parce qu'elle mesure l'usure des composantes et non ce que le marché retranche effectivement pour l'âge. Le tableau 20.3 rassemble ces composantes et la sensibilité de l'indication aux paramètres que le chapitre 24 a fait varier : la valeur du terrain, à ±15 %, déplace l'indication de 537 951 $ à 621 051 $; le choix de la fenêtre et des paramètres d'extraction, de 558 807 $ à 588 716 $; la date des prix du coût neuf, de 554 944 $ à 606 170 $. Le terrain est, de loin, la composante la plus incertaine, et c'est au chapitre 25 qu'il revient de la confirmer par les méthodes propres au terrain.

Le chapitre 24 a choisi l'extraction de marché plutôt que les hypothèses d'usage, et le contre-exemple du tableau 20.3 montre ce qui était en jeu. Si l'on avait attribué au terrain une part conventionnelle de 30 % de l'indication par comparaison et appliqué une dépréciation âge-vie de 28 ans sur 60, l'indication aurait été de 384 705 $, inférieure d'un tiers aux deux autres ; la dépréciation extraite du marché avec ce terrain aurait été *négative*, −67 716 $ à la prédiction hédonique, ce qui aurait signalé non pas que le bâtiment s'apprécie mais que l'une des hypothèses était fausse, en l'occurrence celle du terrain. Avec le terrain extrait de 277 000 $, la méthode d'extraction appliquée aux deux autres indications devient un instrument de cohérence :

$$D_{\text{marché}} = C_N - (\hat{V} - V_L) = 397\,567 - (575\,565 - 277\,000) = 99\,002\,\$, \tag{20.10}$$

soit 24,9 % de C_N à l'indication par comparaison, et 36 614 $, soit 9,2 %, à la prédiction hédonique. La dépréciation que la comparaison implique, 24,9 %, est presque celle que le

Tableau 20.3. Indication par le coût du sujet du cas 1 reprise du chapitre 24 : composantes, lecture écartée, contre-exemple et sensibilité

Composante ou variante	Montant ($)	Indication ($)
Valeur du terrain V_L (médiane extraite de 13 ventes récentes de Hull, arrondie)	277 000	
Coût neuf C_N (chapitre 21)	397 567	
Dépréciation extraite du marché à 28 ans (22,00 % de C_N)	−87 461	
Désuétude fonctionnelle curable (carence, chapitre 24)	−7 605	
Indication retenue (dépréciation totale 23,91 %)		579 501
Lecture ventilée de la dépréciation physique (57,5 %), écartée	−221 090	445 872
Contre-exemple : allocation du terrain à 30 % de la comparaison et âge-vie 28/60		384 705
Sensibilité (tornade du chapitre 24, borne basse – borne haute de l'indication)		
Valeur du terrain ±15 %		537 951 – 621 051
Coût neuf ±8,6 % (une année d'IPCB)		554 944 – 606 170
Paramètres d'extraction (fenêtre, élasticité, qualité)		558 807 – 588 716
Désuétude fonctionnelle de 0 à 2 fois		571 896 – 587 106

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/cases/ch24_depreciation.py, repris par ch20_reconciliation.py (fonction `cout`) ; valeur par le coût : `traite.cout.valeur_par_cout`.

chapitre 24 a extraite de l'ensemble du marché, 23,9 % ; celle que le modèle implique, 9,2 %, est beaucoup plus faible. Le coût et la comparaison sont donc cohérents entre eux, et tous deux s'écartent du modèle dans le même sens, ce qui n'est pas indépendant du fait que le terrain et la dépréciation ont été extraits de ventes ramenées à la date par la tendance du même modèle et que la méthode d'extraction, par construction, aligne le coût déprécié sur les prix observés. La section 20.6 mesurera cette dépendance par le bootstrap plutôt que de la supposer.

20.6 Exemple intégral : la réconciliation du cas 1

Données synthétiques

Le dossier du cas 1 est synthétique. Les 600 ventes de `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv`, le sujet de `cas1_gatineau_sujet.json` et le devis de `cas1_gatineau_couts.csv` ont été engendrés par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` et rappelées aux chapitres 16 à 18 et 21. Les indications réconciliées ici sont exactement celles de ces chapitres, obtenues des fonctions partagées `traite.cas1.selection`, `ajustements_hedoniques`, `predire` et `intervalle_prediction` et du script `ch21_cout_neuf.py` ; le bootstrap, l'énumération, l'indication par le coût et la combinaison sont calculés par `analysis/python/cases/ch20_reconciliation.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch20.py`. Aucun chiffre ne décrit une propriété réelle.

Exemple 20.1 : De trois indications à une conclusion pour le cottage de Hull

Le sujet est le cottage à étages de 165 m² sur 620 m², construit en 1998 dans le secteur de Hull, de qualité 3, avec garage simple et sous-sol fini, évalué au 1er septembre 2026. L'exemple procède en sept étapes : inventaire des indications, lecture des résidus des candidats, bootstrap et énumération, élargissement de l'échantillon, caractérisation des incertitudes et de la corrélation, pondération, puis conclusion et fourchette.

Étape 1 : les indications. L'indication par comparaison est la valeur pondérée du chapitre 17, 575 565 $, obtenue des prix ajustés de 640 247 $, 541 222 $, 572 793 $, 568 853 $ et 584 862 $ avec les poids inverses du brut 0,179, 0,327, 0,202, 0,159 et 0,133 (tableau 17.5) ; son écart-type pondéré, 33 997 $, mesure la dispersion des cinq prix ajustés, non l'incertitude de leur moyenne. L'indication hédonique est la prédiction corrigée de Duan du chapitre 18, 637 953 $, avec un intervalle de confiance à 95 % de la valeur de 625 586 $ à 650 596 $ et un intervalle de prédiction du prix de 539 682 $ à 749 087 $. L'indication par le coût est celle du chapitre 24, 579 501 $, reprise à la section 20.5. La comparaison et le coût s'accordent à 0,7 % près ; tous deux s'écartent du modèle de 9 à 10 %. Avant toute pondération, ces écarts doivent être expliqués, et le chapitre 17 a expliqué le premier : la moyenne des prix ajustés est la prédiction ponctuelle du modèle multipliée par la moyenne des facteurs résiduels des cinq comparables, $\exp(\hat{e}_j)$, dont la moyenne vaut $1 - 0{,}0853$ (équation (17.18)). La section 20.5 a montré que l'accord entre le coût et la comparaison tient pour partie à la construction de l'extraction, qui aligne le coût déprécié sur les prix observés du marché.

Étape 2 : les résidus des seize candidats. Le chapitre 17 proposait, pour trancher entre la lecture « information locale » et la lecture « bruit », d'élargir l'examen aux candidats que la sélection n'a pas retenus. Le tableau 20.4 et la figure 20.1 donnent, pour les seize candidats laissés par les filtres du chapitre 16, le prix ajusté par la cascade hédonique, l'ajustement brut et le résidu du modèle à la date de leur vente. Les cinq comparables retenus ont un résidu moyen de −8,5 % ; les onze autres, un résidu moyen de −1,7 %, avec six résidus positifs et cinq négatifs dont un seul, G0498, dépasse −5 % ; l'ensemble des seize a un résidu moyen de −3,8 %. Si le micro-marché des candidats était réellement moins cher que ce que le modèle prédit pour Hull, les onze autres candidats, qui sont du même secteur, à moins de trois kilomètres et de taille voisine, devraient partager l'écart ; ils ne le partagent que faiblement. La lecture « bruit » est donc la plus plausible : les cinq ventes les plus proches du sujet par leurs attributs se trouvent être des ventes conclues sous leur prix prédit, et rien dans leurs attributs ne l'annonçait. Dans un dossier réel, l'inspection extérieure de ces cinq propriétés et l'examen de leurs fiches de courtage compléteraient ce test statistique.

Étape 3 : bootstrap et énumération. Le tableau 20.5 et la figure 20.2 présentent les trois niveaux de rééchantillonnage, à $B = 2\,000$ réplications. Le rééchantillonnage des seize candidats, suivi de la sélection des cinq plus proches, donne une indication de moyenne 577 823 $, d'écart-type 18 160 $ et d'intervalle à 90 % de 552 872 $ à 611 283 $: la composition du bassin de candidats est, de loin, la première source d'incertitude de la méthode de comparaison. Le rééchantillonnage des 600 ventes avec réestimation du modèle, comparables fixes, donne un écart-type de 2 672 $ seulement, et la variante paramétrique 2 751 $: l'incertitude des prix implicites, déjà jugée modeste au chapitre 17,

ne représente que 2 % de la variance totale. Le rééchantillonnage conjoint a un écart-type de 18 385 $, et la somme des deux variances, $18\,160^2 + 2\,672^2 = 18\,355^2$, reproduit ce chiffre à 0,2 % près, conformément à l'équation (20.8). Dans 99,7 % des réplications conjointes, l'indication par comparaison reste inférieure à la prédiction hédonique : l'écart entre les deux n'est pas un accident du tirage des cinq comparables parmi les seize, il est propre au bassin. L'énumération des 4 368 sous-ensembles de cinq candidats éclaire ce dernier point : leur valeur pondérée a une moyenne de 606 317 $, un écart-type de 20 492 $, et va de 550 231 $ à 661 670 $; la sélection du chapitre 16, 575 565 $, se classe parmi les 6,4 % de sous-ensembles les plus bas (279 sur 4 368), et la valeur moyenne décroît régulièrement avec le nombre de « vrais » comparables inclus dans le sous-ensemble : 625 135 $ lorsqu'il n'en contient aucun, 612 161 $ pour un, 600 996 $ pour deux, 591 335 $ pour trois, 582 926 $ pour quatre et 575 565 $ pour les cinq. Les ventes les plus proches du sujet par leurs attributs sont aussi, dans ce jeu, les moins chères par rapport au modèle ; c'est exactement la configuration que le chapitre 16 appelait une réalisation à deux écarts-types.

Étape 4 : l'élargissement de l'échantillon. La figure 20.1(b) suit l'indication par comparaison lorsque l'on retient les k premiers candidats, k allant de 5 à 16. La valeur pondérée passe de 575 565 $ pour $k = 5$ à 592 737 $ pour $k = 10$ et à 604 689 $ pour $k = 16$, la moyenne simple de 581 595 $ à 611 401 $; l'ajustement brut moyen passe de 19,5 % à 25,7 % et le résidu moyen de −8,5 % à −3,8 %. C'est l'arbitrage biais–variance du chapitre 16 (équation (16.7)) en acte : avec des ajustements tirés d'un modèle estimé sur 600 ventes, l'erreur introduite par des comparables plus éloignés est faible, et l'on gagne davantage en variance qu'on ne perd en biais. L'indication à seize candidats, 604 689 $, n'est pas retenue comme indication principale, parce que la pratique et les prêteurs attendent une grille de comparables proches et vérifiés et parce que les onze candidats supplémentaires ne sont pas des comparables au sens de la définition 16.1 ; mais elle est consignée comme recoupement, et elle dit la même chose que les résidus de l'étape 2.

Étape 5 : incertitudes et corrélations. Le tableau 20.6 rassemble les trois indications avec l'écart-type qui leur est attribué et la source de cet écart-type. Pour la comparaison, l'écart-type bootstrap conjoint, 18 385 $. Pour le modèle hédonique, la composition de deux termes : l'écart-type bootstrap de la prédiction, 6 531 $, qui mesure l'incertitude d'estimation, et l'écart-type des prédictions obtenues sous les quatre spécifications en logarithme du tableau 18.5, 9 420 $, qui mesure l'incertitude de spécification ; leur combinaison en quadrature donne 11 462 $. Pour le coût, la même composition : l'indication du chapitre 24 a été recalculée sur chacun des 2 000 rééchantillons des 600 ventes qui ont servi au modèle, en extrayant à chaque fois le terrain des ventes récentes de Hull et le profil de dépréciation de l'ensemble des ventes rééchantillonnées, ce qui donne un écart-type de 23 575 $, dominé par celui du terrain (29 803 $ sur la médiane de treize ventes) ; les sept variantes d'extraction du chapitre 24 n'ajoutent qu'un écart-type de spécification de 2 377 $, et le total en quadrature vaut 23 695 $. Les corrélations sont estimées sur les mêmes réplications. Entre la comparaison et la prédiction hédonique, elle vaut 0,088 : faible, parce que la variance de la comparaison est dominée par le tirage des candidats, qui n'affecte pas la prédiction ; mesurée sur le seul rééchantillonnage du marché, comparables fixes, elle vaut 0,425, trace des coefficients partagés dont le

chapitre 17 avertissait. Entre le coût et la prédiction, elle vaut 0,225, parce que le terrain et la dépréciation sont extraits de prix ramenés à la date par la tendance du modèle réestimé ; entre le coût et la comparaison, 0,018 seulement. C'est la matrice complète qui entre dans l'équation (20.2).

Étape 6 : la pondération. Le tableau 20.7 compare six schémas. La moyenne simple des trois indications donne 597 673 $; elle paraît raisonnable, mais ce n'est qu'un accident de l'alignement du coût sur la comparaison : avec l'indication par le coût du contre-exemple de la section 20.5, la même moyenne aurait donné 532 741 $, en deçà de toute indication crédible, parce qu'elle aurait accordé un tiers du poids à une indication dont l'incertitude était trois fois celle des autres. C'est la raison pour laquelle les Normes internationales proscrivent la moyenne : elle n'est défendable que lorsque les indications se valent, et l'on ne le sait qu'après avoir mesuré leurs incertitudes, c'est-à-dire après avoir fait le travail qu'elle prétend éviter. Les poids inverses de la variance, sous indépendance, valent 0,240, 0,616 et 0,144 et donnent 614 579 $ avec un écart-type de 9 892 $; les poids de variance minimale avec la matrice de corrélation complète (équation (20.4)) valent 0,248, 0,655 et 0,097, pour 616 823 $: la corrélation entre le coût et le modèle retire au premier le tiers de son poids, et le modèle le reçoit. Ces poids sont ceux qu'un calcul purement statistique recommande ; ils supposent que les trois indications sont sans biais et que leurs écarts-types sont connus, et aucune de ces deux conditions n'est pleinement remplie. La pondération raisonnée retenue part de ces poids et les corrige selon les critères du tableau 20.1. L'indication par le coût reçoit 0,15 : sa dépréciation est extraite du marché plutôt que posée par hypothèse, ce qui la rend crédible, mais sa composante la plus lourde, le terrain, repose sur treize ventes et attend la confirmation du chapitre 25, son coût neuf est calibré sur une fourchette montréalaise, et la méthode, pour un bâtiment de 28 ans, mesure moins la valeur qu'elle ne la retrouve à travers les prix dont elle a extrait sa dépréciation ; un poids de 10 à 15 % est l'usage pour une indication de contrôle, et la borne haute est retenue parce que l'indication est, ici, documentée. L'indication hédonique reçoit 0,45 plutôt que 0,65 : la quantité d'information, la cohérence des résidus des candidats et la convergence de l'échantillon élargi plaident pour elle, mais sa variance de spécification est mesurée sur quatre formes seulement, elle ne contient aucune incertitude de pertinence (le modèle ne distingue pas les emplacements à l'intérieur d'un secteur), et la prudence professionnelle commande de ne pas fonder plus de la moitié d'une conclusion sur un estimateur statistique dont les ventes n'ont pas été vérifiées une à une. L'indication par comparaison reçoit 0,40 : elle repose sur cinq ventes vérifiables, elle est la méthode que les acheteurs appliquent et que les tribunaux et les prêteurs attendent, elle est confirmée à 0,7 % près par le coût, et les résidus négatifs de ses comparables, s'ils sont probablement du bruit, pourraient aussi contenir une part d'information locale que le test de l'étape 2 ne peut exclure. Ces poids ont été écrits avant le calcul de la combinaison, et la figure 20.4 montre ce que la conclusion serait devenue sous d'autres choix.

Étape 7 : conclusion et fourchette. La combinaison raisonnée vaut $0{,}40 \times 575\,565 + 0{,}45 \times 637\,953 + 0{,}15 \times 579\,501 = 604\,230$ $, avec un écart-type de 10 450 $ par l'équation (20.2). Arrondie au 5 000 $ le plus proche, selon la convention de l'ouvrage pour les conclusions de valeur, la **valeur la plus probable est de 605 000 $**. Elle se situe 5,1 % au-dessus

de l'indication par comparaison et 5,2 % en deçà de l'indication hédonique. La distribution bootstrap de la combinaison, obtenue en appliquant les poids retenus à chaque réplication conjointe (comparaison, prédiction et coût issus du même tirage des 600 ventes), a pour quantiles à 5 et 95 % 592 310 $ et 622 009 $, soit, arrondis vers l'extérieur, de 590 000 $ à 625 000 $; c'est la précision de l'estimateur *sous les poids retenus*, et elle est trop étroite pour servir de fourchette de valeur, parce qu'elle ignore l'incertitude des poids eux-mêmes et les biais communs que le bootstrap ne voit pas. La **fourchette de valeur conclue** est encadrée par les indications crédibles, arrondies vers l'extérieur : **de 575 000 $ à 640 000 $**, soit une largeur de 10,7 % de la valeur la plus probable. Cette fourchette dit au lecteur ce que l'évaluateur sait réellement : que la valeur se situe entre ce qu'indiquent cinq ventes proches et vérifiées, confirmées par le coût déprécié, et ce qu'indique un modèle estimé sur l'ensemble du marché, et que l'écart entre ces indications, expliqué mais non résorbé, est l'incertitude du dossier. Le prix auquel le sujet se vendrait effectivement reste, lui, décrit par l'intervalle de prédiction de 539 682 $ à 749 087 $, que le rapport communique séparément et sous son nom. La figure 20.3 rassemble ces intervalles.

Tableau 20.4. Les seize candidats du cas 1 après les filtres du chapitre 16 : prix ajusté par la cascade hédonique, ajustement brut et résidu du modèle à la vente (données synthétiques)

Candidat	Distance d'attributs	Prix de vente ($)	Prix ajusté ($)	Brut (%)	Résidu (%)	Retenu
G0574	1,80	598 000	640 247	19,8	0,7	oui
G0404	2,71	506 500	541 222	10,9	−14,9	oui
G0468	2,86	624 500	572 793	17,6	−9,9	oui
G0477	3,12	538 000	568 853	22,4	−10,5	oui
G0575	3,22	513 500	584 862	26,8	−8,0	oui
G0444	3,27	526 000	544 107	23,0	−14,4	non
G0488	3,40	659 500	627 532	22,1	−1,3	non
G0388	3,60	537 000	621 507	34,0	−2,3	non
G0547	3,72	546 500	685 672	25,5	7,8	non
G0383	3,85	534 000	626 870	39,2	−1,4	non
G0370	3,87	570 500	637 398	31,3	0,3	non
G0436	4,25	596 000	656 056	31,3	3,2	non
G0498	4,71	392 000	516 982	32,6	−18,7	non
G0585	5,10	558 000	630 590	21,2	−0,8	non
G0510	5,21	671 000	679 701	30,3	6,9	non
G0559	7,01	528 000	648 027	23,4	1,9	non

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch20_reconciliation.py, fonction `base` ; `traite.cas1.selection` et `ajustements_hedoniques` ; résidu : $100\,[\exp(\hat{e}_j) - 1]$; moyenne des résidus : retenus −8,5 %, autres −1,7 %, ensemble −3,8 %.

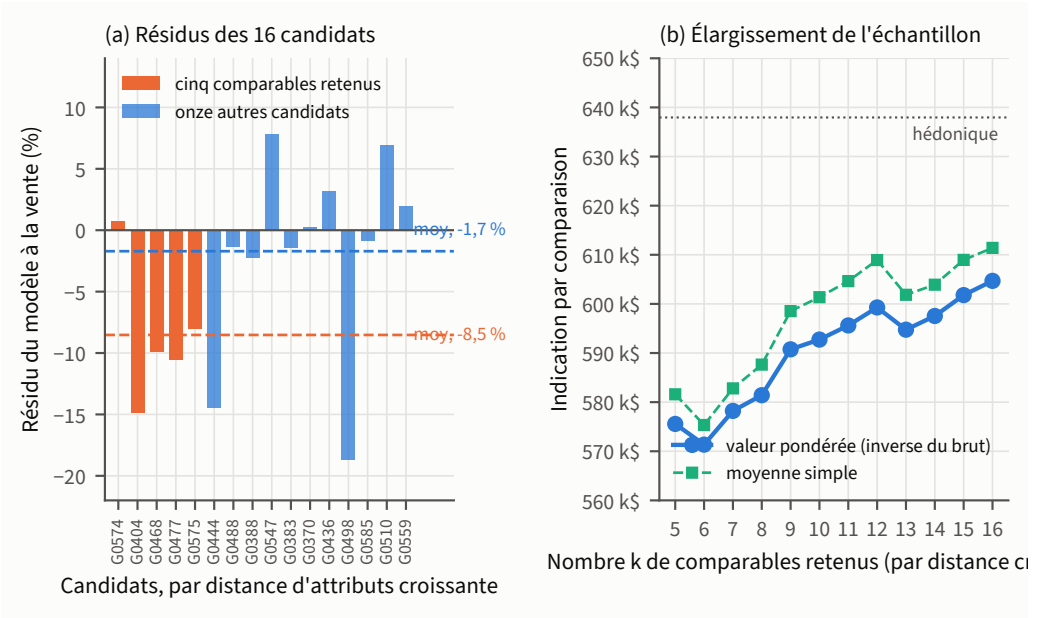


FIGURE 20.1. (a) Résidu du modèle hédonique à la vente pour les seize candidats, classés par distance d'attributs croissante : les cinq comparables retenus se sont vendus en moyenne 8,5 % sous leur prix prédit, les onze autres 1,7 % seulement. (b) Indication par comparaison lorsque l'on retient les k premiers candidats : la valeur pondérée monte de 575 565 $ à 604 689 $ à mesure que l'échantillon s'élargit et que le résidu moyen se rapproche de zéro.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script analysis/python/figures/ch20_figures.py, graine 20261031.

TABLEAU 20.5. Bootstrap de l'indication par comparaison et de la prédiction hédonique du cas 1, $B = 2\,000$ réplications, et énumération exhaustive des sous-ensembles de cinq candidats (données synthétiques)

Rééchantillonnage	Moyenne ($)	É.-t. ($)	Quant. 5 % ($)	Médiane ($)	Quant. 95 % ($)
(A) Seize candidats, puis sélection des cinq plus proches	577 823	18 160	552 872	575 322	611 283
(B) 600 ventes, réestimation du modèle, comparables fixes	575 410	2 672	570 836	575 423	579 797
(B′) Coefficients tirés dans $\mathcal{N}(\hat{\beta}, \hat{\mathbf{V}}_{\text{HC1}})$	575 586	2 751	571 156	575 611	580 165
(C) Conjoint : (A) et (B) dans la même réplication	577 704	18 385	552 095	574 961	611 779
Prédiction hédonique du sujet, rééchantillonnage (B)	637 736	6 531	627 005	637 757	648 352
Énumération des 4 368 sous-ensembles de 5 parmi 16	606 317	20 492	573 637	605 691	641 004

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/cases/ch20_reconciliation.py, fonctions `bootstrap` et `exhaustif`, graine 20261031 ; indication observée : 575 565 $; corrélation entre (C) et la prédiction : 0,088 ; entre (B) et la prédiction : 0,425.

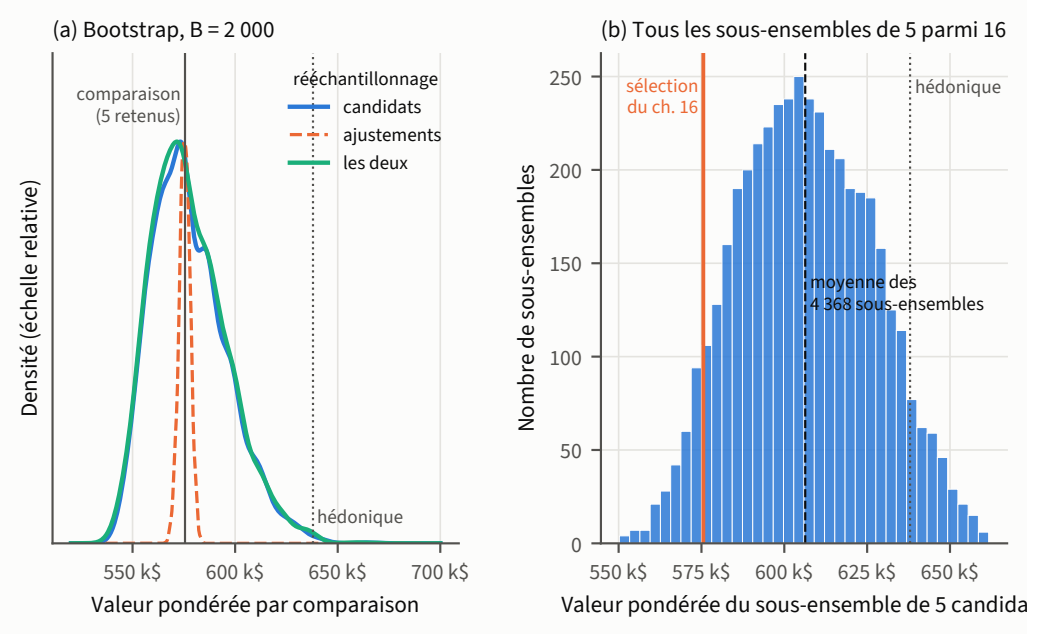


Figure 20.2. (a) Densités bootstrap de l'indication par comparaison selon ce que l'on rééchantillonne : les candidats (large), les ajustements (étroite), les deux (presque confondue avec la première). (b) Valeur pondérée de chacun des 4 368 sous-ensembles de cinq candidats parmi seize : la sélection du chapitre 16 se situe dans la queue basse, et la moyenne des sous-ensembles est proche de la prédiction hédonique.
Source : [données synthétiques] script analysis/python/figures/ch20_figures.py, graine 20261031.

Tableau 20.6. Les trois indications du cas 1, leur écart-type et la source de cet écart-type

Indication	Valeur ($)	É.-t. ($)	Source de l'écart-type	Borne 5 % ($)	Borne 95 % ($)
Comparaison, 5 comparables (chapitre 17)	575 565	18 385	bootstrap conjoint (C)	552 095	611 779
Hédonique (chapitre 18)	637 953	11 462	estimation (bootstrap, 6 531 $) et spécification (quatre formes, 9 420 $), en quadrature	619 097	656 809
Coût (chapitre 24, section 20.5)	579 501	23 695	bootstrap sur les mêmes rééchantillons des 600 ventes (23 575 $) et variantes d'extraction (2 377 $), en quadrature	552 142	628 078

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch20_reconciliation.py ; bornes : quantiles bootstrap à 5 et 95 % pour la comparaison et le coût, ±1,645 écart-type pour l'hédonique ; corrélations : comparaison–hédonique 0,088, coût–hédonique 0,225, coût–comparaison 0,018.

Tableau 20.7. Six schémas de pondération des trois indications du cas 1 : poids, valeur combinée et écart-type de la combinaison (équation (20.2))

Schéma	w_{comp}	$w_{\text{héd}}$	$w_{\text{coût}}$	Valeur ($)	Écart-type ($)
Comparaison seule	1	0	0	575 565	18 385
Hédonique seule	0	1	0	637 953	11 462
Moyenne simple (un tiers chacune)	0,333	0,333	0,333	597 673	11 577
Inverse de la variance, indépendance	0,240	0,616	0,144	614 579	9 892
Variance minimale avec corrélations, équation (20.4)	0,248	0,655	0,097	616 823	9 829
Raisonnée (retenue)	0,400	0,450	0,150	604 230	10 450

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch20_reconciliation.py, fonction `combinaison` ; avec l'indication par le coût du contre-exemple (384 705 $), la moyenne simple donnerait 532 741 $.

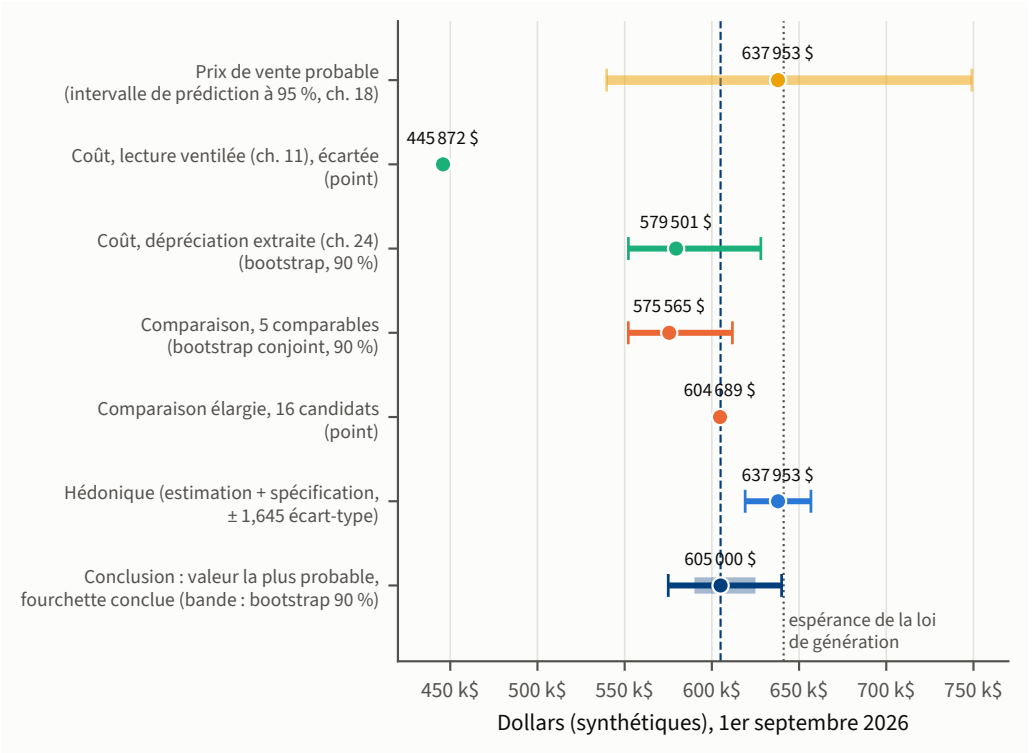


Figure 20.3. Les indications du cas 1 et leurs intervalles : prix de vente probable (intervalle de prédiction à 95 %), coût selon la lecture ventilée écartée (point) et selon la dépréciation extraite (bootstrap à 90 %), comparaison à cinq comparables (bootstrap conjoint à 90 %), comparaison élargie à seize candidats, hédonique (±1,645 écart-type) et conclusion (fourchette conclue de 575 000 $ à 640 000 $, bande bootstrap à 90 % de la combinaison en fond, valeur la plus probable 605 000 $). La ligne pointillée marque l'espérance assignée au sujet par la loi de génération des données.

Source : [données synthétiques] script analysis/python/figures/ch20_figures.py, graine 20261031.

20.7 Analyse de sensibilité : les poids et la corrélation

La conclusion dépend des poids, et la figure 20.4(a) montre comment. Lorsque le poids de l'indication hédonique passe de 0 à 1, le reste allant à la comparaison, la valeur combinée parcourt linéairement l'intervalle des deux indications, de 575 565 $ à 637 953 $; chaque dixième de poids déplacé vaut environ 6 200 $. Parce que l'indication par le coût est presque égale à celle de la comparaison, un poids de 15 % ou de 30 % au coût ne déplace la droite que de quelques centaines de dollars : sur ce dossier, le poids du coût n'est pas la décision qui compte, et il n'en irait pas de même avec le contre-exemple de la section 20.5, où chaque dixième de poids au coût aurait abaissé la conclusion de près de 20 000 $. La décision qui compte est le partage entre la comparaison et le modèle. Les trois schémas défendables, la pondération raisonnée (0,40 ; 0,45 ; 0,15), l'inverse de la variance et la variance minimale avec corrélations, se situent entre 604 230 $ et 616 823 $; une pondération plus favorable au modèle, 0,30, 0,55 et 0,15, donnerait 610 469 $, une pondération plus favorable aux comparables, 0,55, 0,30 et 0,15, donnerait 594 872 $. La plage des conclusions que des évaluateurs raisonnables pourraient tirer des mêmes indications est donc d'environ 22 000 $, soit 3,6 % ; elle est contenue dans la fourchette conclue, et c'est l'une des raisons pour lesquelles celle-ci a été préférée à la bande bootstrap.

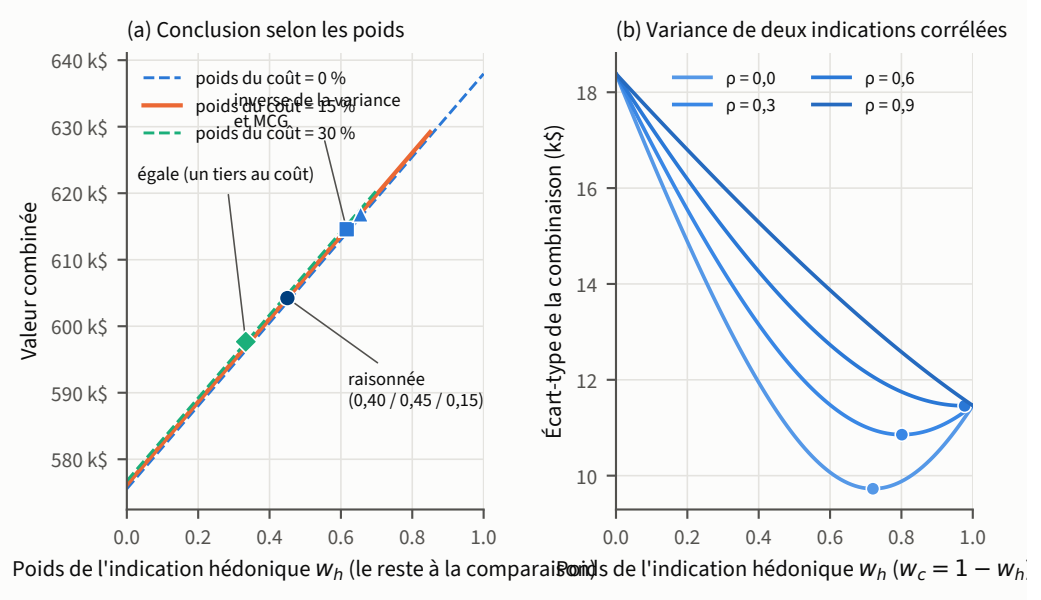


Figure 20.4. (a) Valeur combinée selon le poids de l'indication hédonique, pour un poids du coût de 0, 15 et 30 % ; les trois droites sont presque confondues parce que le coût et la comparaison indiquent des valeurs voisines ; les marqueurs situent la pondération raisonnée, les poids inverses de la variance, les poids de variance minimale et la moyenne simple. (b) Écart-type de la combinaison de deux indications (comparaison, 18 385 $; hédonique, 11 462 $) selon le poids de la seconde, pour quatre corrélations ; le point marque le poids optimal de l'équation (20.5), qui se déplace vers l'indication la plus précise à mesure que la corrélation croît et sort de l'intervalle $[0, 1]$ pour $\rho = 0{,}9$.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script analysis/python/figures/ch20_figures.py.

La figure 20.4(b) isole l'effet de la corrélation sur la combinaison des deux indications

principales. Pour $\rho = 0$, le poids optimal de la comparaison est de 0,280 et l'écart-type minimal de la combinaison, 9 724 $, est inférieur à celui de la meilleure indication seule ; pour la corrélation estimée de 0,088, il passe à 0,261 ; pour $\rho = 0{,}3$, à 0,199 ; pour $\rho = 0{,}6$, à 0,023, c'est-à-dire que la comparaison ne vaut plus la peine d'être combinée ; pour $\rho = 0{,}9$, le poids non contraint devient négatif (−0,647) et la solution contrainte est l'indication hédonique seule. La leçon dépasse le cas 1. Deux indications qui partagent leurs données ou leurs hypothèses, une grille de comparaison et une régression alimentées par les mêmes ventes, deux capitalisations fondées sur le même revenu net, un coût et une comparaison qui partagent la même valeur de terrain, se combinent avec un gain de précision d'autant plus faible que leur corrélation est forte, et la réconciliation gagne peu à les additionner ; elle gagne, en revanche, à confronter des indications dont les erreurs sont indépendantes, et c'est la raison pour laquelle la pratique exige, lorsque c'est possible, des méthodes qui reposent sur des données différentes.

20.8 Communiquer l'incertitude

20.8.1 Arrondir

L'arrondi d'une conclusion de valeur est une déclaration de précision, et il doit être cohérent avec l'incertitude mesurée. Une conclusion au dollar près prétend à une précision que les données n'ont jamais ; une conclusion arrondie à 50 000 $ près jette une information que l'analyse a produite. La convention de l'ouvrage, rappelée à l'annexe D, arrondit les conclusions de valeur au millier ou au 5 000 $ près, « selon ce que la précision des données autorise ». Une règle simple relie le pas d'arrondi a à l'écart-type $\sigma_{\hat{V}}$ de la conclusion : le pas ne doit pas dépasser une fraction déclarée de l'écart-type, par exemple

$$a \leq \tfrac{1}{2}\,\sigma_{\hat{V}}, \qquad \hat{V}_{\text{arr}} = a \cdot \text{arrondi}\!\left(\hat{V}/a\right), \tag{20.11}$$

de sorte que l'arrondi déplace la conclusion d'au plus un quart d'écart-type et n'ajoute qu'une variance négligeable ($a^2/12$) à celle de l'estimateur. Pour le cas 1, $\sigma_{\hat{V}} = 10\,450$ $ autorise un pas de 5 000 $, qui déplace la conclusion de 770 $; un pas de 25 000 $ aurait donné 600 000 $ et effacé une information que la combinaison contenait. Les bornes de la fourchette s'arrondissent vers l'extérieur, jamais vers l'intérieur, parce qu'un arrondi qui resserre la fourchette surestime la précision.

20.8.2 Le langage de la conclusion

Le chapitre 10 a fixé les registres : les faits à l'indicatif, les estimations comme des opinions, les hypothèses comme des hypothèses. La conclusion d'un rapport qui applique le présent chapitre comporte, dans l'ordre, les indications de chaque méthode avec la mention de ce qui les rend plus ou moins fiables ; l'explication de leurs écarts ; les poids et les raisons de ces poids ; la valeur la plus probable, arrondie ; la fourchette de valeur, avec ce qu'elle représente ; et, séparément et sous son nom, l'intervalle de prédiction du prix lorsque le modèle en fournit un, afin que le lecteur ne le confonde pas avec la fourchette. Les hypothèses extraordinaires y sont rappelées avec leur incidence (équation (10.4)), ce qui permet au lecteur de former l'espérance de l'équation (10.5) s'il attribue une probabilité à l'hypothèse. Le mot « valeur » y est réservé à l'estimation, les prix des comparables restant des prix.

Un paragraphe de conclusion pour le cas 1

« La méthode de comparaison, appliquée à cinq ventes vérifiées du secteur de Hull ajustées par les prix implicites d'un modèle estimé sur 600 ventes, indique 575 565 $; le modèle hédonique indique 637 953 $; la méthode du coût, avec une valeur de terrain extraite de treize ventes récentes du secteur et une dépréciation extraite du marché, indique 579 501 $. L'écart de 10 % entre la comparaison et le modèle s'explique par le fait que les cinq comparables se sont vendus, en moyenne, 8,5 % sous le prix que leurs caractéristiques laissaient attendre, écart que les onze autres ventes semblables du secteur ne partagent que faiblement (1,7 %) ; l'accord entre la comparaison et le coût tient pour partie à ce que la dépréciation est extraite des mêmes prix. Pondérant la comparaison à 40 %, le modèle à 45 % et le coût à 15 % pour les raisons exposées à la section précédente, nous estimons la valeur marchande du sujet au 1er septembre 2026 à 605 000 $ (valeur la plus probable), dans une fourchette de 575 000 $ à 640 000 $. Le prix auquel le sujet pourrait effectivement se vendre, qui dépend de la négociation, est estimé par le modèle entre 540 000 $ et 749 000 $ dix-neuf fois sur vingt ; cet intervalle décrit le prix, non la valeur. » Chaque chiffre de ce paragraphe renvoie à un tableau du rapport, et les poids y ont été fixés avant le calcul.

Conclusion de valeur, fourchette et arrondi dans la pratique québécoise

Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ définissent la valeur marchande comme « le prix sincère le plus probable » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, Intro-11) ; l'expression « valeur la plus probable », courante dans les rapports québécois, en découle et désigne la conclusion ponctuelle, non un mode statistique calculé. Les Normes exigent que le rapport expose le traitement de l'information et le raisonnement (règle 2.3, élément 8), justifie le rejet d'une méthode traditionnelle (élément 10) et rappelle les hypothèses extraordinaires à chaque énoncé de la conclusion (élément 7) (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; elles ne prescrivent ni la forme de la réconciliation ni l'arrondi, et n'interdisent pas la fourchette. L'article 41 du Code de déontologie des évaluateurs agréés oblige à faire état de la méthodologie et de l'étendue des recherches, et l'article 32 interdit d'exclure sa responsabilité civile par des réserves (Québec 2000, art. 32 et 41) : une fourchette n'est pas une réserve, et elle ne dispense pas de conclure. En évaluation foncière municipale, le Règlement sur le rôle d'évaluation foncière impose à l'évaluateur d'appliquer la ou les méthodes les plus pertinentes parmi la comparaison, le revenu et le coût, puis de concilier leurs indications selon la partie 3F du Manuel d'évaluation foncière du Québec (Québec 1994, art. 8 et 9) ; le contenu de cette partie, protégé, n'est pas reproduit ici. Textes consultés le 31 octobre 2026.

20.9 Ce que révèle la loi de génération

Un jeu synthétique permet une vérification qu'aucun dossier réel n'autorise : comparer la conclusion à la valeur que la loi de génération assigne au sujet. Cette loi, déclarée dans `data/synthetic/README.md`, donne le logarithme du prix comme une fonction connue

des attributs plus une erreur normale d'écart-type 0,085, à une constante près fixée par la normalisation de la médiane ; cette constante s'estime sur les 600 ventes avec une erreur-type de $0{,}085/\sqrt{600} = 0{,}0035$, et l'espérance du prix du sujet, qui est par définition sa valeur marchande dans ce monde synthétique, vaut 641 159 $, connue à 0,7 % près (±1,96 erreur-type : 636 930 $ à 645 415 $). La prédiction hédonique, 637 953 $, s'en écarte de −0,5 % ; l'indication par comparaison, 575 565 $, de −10,2 % ; l'indication par le coût, 579 501 $, de −9,6 % ; la conclusion raisonnée, 605 000 $, de −5,6 % ; la combinaison de variance minimale, 616 823 $, de −3,8 %. La fourchette conclue, 575 000 $ à 640 000 $, s'arrête 1 159 $ sous la valeur de génération ; la bande bootstrap de la combinaison, 590 000 $ à 625 000 $, la manque de 16 000 $.

Il faut lire ce résultat pour ce qu'il est et pour ce qu'il n'est pas. Il n'est pas la preuve que le modèle a toujours raison contre les comparables : dans ce jeu, la loi de génération est précisément de la forme du modèle, sans effet de voisinage ni variable omise, et les comparables n'avaient aucune information locale à apporter ; leurs résidus négatifs étaient du bruit, et toute pondération qui leur donnait du poids payait ce bruit. L'accord du coût avec la comparaison n'était pas davantage une confirmation : la dépréciation extraite du marché est, par construction, celle qui ramène le coût déprécié aux prix observés, et le terrain extrait de treize ventes récentes hérite du bruit de ces treize ventes ; deux indications qui s'accordent ne sont indépendantes que si elles ne partagent ni données ni hypothèses, et la corrélation de 0,225 mesurée entre le coût et le modèle, comme la dépendance de la dépréciation extraite envers les prix, auraient dû tempérer la confiance que leur accord inspirait. Sur un marché réel, le modèle est mal spécifié par construction et les comparables peuvent contenir une information que les 600 ventes diluent ; l'arbitrage de l'étape 6 n'a pas de solution générale, et c'est pourquoi il relève du jugement. Mais le résultat enseigne trois choses qui, elles, sont générales. La première est que la pondération par la précision, lorsque les indications sont sans biais, est la bonne, et que s'en écarter par prudence a un coût mesurable, ici deux points de pourcentage de la valeur ; l'évaluateur qui s'en écarte doit pouvoir dire quel biais présumé justifie ce coût. La deuxième est que l'intervalle bootstrap d'une combinaison sous poids fixés n'est pas une fourchette de valeur : il manque la vérité ici parce qu'il ne contient ni l'incertitude des poids ni le biais du bassin de comparables, et la fourchette encadrée par les indications crédibles, moins élégante, est plus honnête. La troisième est que la méthode de comparaison à cinq ventes, même outillée des meilleurs ajustements, reste un estimateur bruité, dont l'erreur d'un dixième de la valeur n'est pas une anomalie mais une réalisation ordinaire d'une variance connue ; le recoupement par un modèle, ou par l'élargissement de l'échantillon, n'est pas un luxe statistique, c'est ce qui sépare une indication d'une conclusion.

Erreurs fréquentes

- Faire la moyenne simple des indications : sur le cas 1, elle donne 597 673 $ par accident, parce que le coût s'aligne sur la comparaison ; avec une indication par le coût sous hypothèses d'usage, elle aurait donné 532 741 $, en deçà de toute indication crédible. Les Normes internationales la proscrivent expressément.
- Pondérer après avoir vu la combinaison, ou ajuster les poids pour rejoindre un prix convenu, une évaluation antérieure ou la valeur au rôle : c'est l'ancrage documenté

par Northcraft et Neale (1987), Diaz (1997) et Geltner (1993). Les poids et leurs raisons s'écrivent avant le calcul.
- Présenter l'intervalle de prédiction du prix (±16 %) comme la fourchette de valeur, ou l'intervalle de confiance d'un modèle (±2 %) comme l'incertitude du dossier : trois intervalles, trois objets.
- Prendre la bande bootstrap d'une seule méthode pour la fourchette : le bootstrap ne voit pas ce qui est commun à tout l'échantillon, et il est centré sur le biais de la méthode.
- Additionner les incertitudes des chapitres précédents comme si elles étaient indépendantes et distinctes : celle des coefficients est contenue dans celle des ajustements, celle du bruit de transaction dans celle de la sélection ; seul un calcul qui rejoue l'ensemble, comme le bootstrap conjoint, donne une mesure sans double compte.
- Combiner deux indications fortement corrélées comme si elles étaient indépendantes : le gain de précision est illusoire et le poids optimal de la moins précise peut être nul ou négatif (équation (20.5)).
- Prendre l'accord de deux indications pour une confirmation sans se demander ce qu'elles partagent : la dépréciation extraite du marché aligne le coût sur les prix observés, et une indication par le coût ainsi construite confirme la comparaison bien plus qu'elle ne la recoupe. Inversement, une dépréciation extraite négative signale qu'une hypothèse, le plus souvent le terrain, est fausse, non que le bâtiment s'apprécie.
- Arrondir la fourchette vers l'intérieur, ou la conclusion à un pas sans rapport avec l'écart-type mesuré (équation (20.11)).
- Écrire « la valeur est de » pour une estimation, ou omettre de rappeler les hypothèses extraordinaires à l'énoncé de la conclusion, ce que la règle 2.3 des NPP exige.

Limites et mises en garde

- Les indications réconciliées proviennent d'un jeu synthétique engendré par une loi de la forme du modèle de référence, sans structure spatiale fine ni variable omise ; la supériorité de l'indication hédonique sur la comparaison y est, pour partie, une conséquence de cette construction, et les poids raisonnés du cas 1 ne sont pas une recommandation générale de pondération.
- L'indication par le coût est celle du chapitre 24 ; sa valeur de terrain, 277 000 $, est extraite de treize ventes récentes et attend la confirmation du chapitre 25 ; si celui-ci la révise, le chapitre 45 devra reconduire la réconciliation avec le nouveau chiffre (une variation de ±15 % du terrain déplace l'indication de 537 951 $ à 621 051 $, et la conclusion raisonnée d'environ ±6 200 $). Le coût neuf du devis synthétique est calibré sur une fourchette de coûts montréalais et le contre-exemple de la section 20.5 montre que des hypothèses d'usage sur le terrain et la dépréciation auraient produit une indication incohérente ; l'écart entre ce coût et le niveau des prix du jeu est signalé pour l'harmonisation.
- L'écart-type attribué au modèle hédonique combine une incertitude d'estimation mesurée par bootstrap et une incertitude de spécification mesurée sur quatre formes

seulement ; il ne contient aucune incertitude de pertinence (emplacement à l'intérieur du secteur, attributs non codés). La corrélation de 0,088 entre comparaison et modèle est une estimation bootstrap sous le protocole déclaré ; sous un autre protocole, par exemple comparables tenus pour fixes, elle vaut 0,425.
- Le bootstrap des candidats rééchantillonne un bassin de seize ventes ; avec un bassin si petit, les quantiles extrêmes sont imprécis, et l'énumération exhaustive a été préférée pour situer la sélection.
- Les poids de la pondération raisonnée sont un jugement de l'auteur, justifié par des critères écrits ; d'autres évaluateurs retiendraient d'autres poids dans la plage défendable de la section 20.7, et la fourchette conclue a été choisie pour contenir cette plage.
- Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ, le CUSPAP 2026, les IVS 2025 et le Red Book 2025 ont été lus sur les textes officiels aux paragraphes cités ; la partie 3F du Manuel d'évaluation foncière du Québec n'a pas été dépouillée, seule l'obligation réglementaire de conciliation l'est. Aucune jurisprudence québécoise sur la fourchette de valeur n'a été recherchée pour ce chapitre.
- La « vérité » de la section 20.9 est connue à 0,7 % près seulement, parce que la constante de normalisation de la loi de génération est estimée ; elle n'existe pas pour un dossier réel, et l'évaluateur n'a jamais que la fourchette.

À retenir

- La réconciliation combine des indications qui sont des estimateurs de la même valeur ; sa conclusion est une moyenne pondérée dont la variance dépend des écarts-types et des corrélations (équation (20.2)), et dont l'erreur ajoute le biais combiné (équation (20.3)). Les poids de variance minimale sont $\Sigma^{-1}\mathbf{1}/(\mathbf{1}^{\mathsf{T}}\Sigma^{-1}\mathbf{1})$; la pondération raisonnée de la pratique en est la version corrigée du biais présumé, et les normes internationales proscrivent la moyenne simple.
- Trois intervalles ont trois objets : l'intervalle de confiance de la valeur (2,0 % sur le cas 1), l'intervalle de prédiction du prix (16,4 %) et la fourchette de valeur conclue (10,8 %), qui seule intègre l'incertitude de la réconciliation. Les NPP exigent une conclusion et son raisonnement, n'interdisent pas la fourchette ; les IVS exigent la description de la réconciliation ; le Red Book exige la déclaration d'une incertitude significative.
- Le bootstrap rejoue l'ensemble du calcul : pour le cas 1, le tirage des candidats domine (écart-type 18 160 $), l'incertitude des prix implicites est négligeable (2 672 $), et le conjoint vaut 18 385 $; dans 99,7 % des réplications, la comparaison reste sous le modèle. L'énumération des 4 368 sous-ensembles place la sélection du chapitre 16 parmi les 6,4 % les plus bas, et les onze candidats non retenus ont un résidu moyen de −1,7 % contre −8,5 % pour les cinq retenus : l'écart entre la grille et le modèle est du bruit, non une information locale.
- L'indication par le coût du chapitre 24, 579 501 $, s'accorde avec la comparaison à 0,7 % près, mais cet accord est en partie construit : la dépréciation extraite du marché aligne le coût déprécié sur les prix observés, et le terrain est extrait de treize ventes.

Sous des hypothèses d'usage (terrain 30 %, âge-vie 60 ans), la même méthode aurait donné 384 705 $ et une dépréciation extraite négative ; son incertitude bootstrap est de 23 575 $, dominée par le terrain, et elle reçoit 15 % du poids.
- Conclusion du cas 1 au 1er septembre 2026 : poids 0,40 (comparaison), 0,45 (hédonique), 0,15 (coût) ; **valeur la plus probable 605 000 $** ; **fourchette de valeur de 575 000 $ à 640 000 $** ; intervalle de prédiction du prix de 539 682 $ à 749 087 $, communiqué séparément. Le chapitre 45 reprend ces chiffres.
- La loi de génération assigne au sujet une espérance de 641 159 $: le modèle s'en écarte de −0,5 %, la comparaison de −10,2 %, le coût de −9,6 %, la conclusion de −5,6 %. La pondération par la précision était la bonne dans ce monde sans information locale ; l'accord du coût et de la comparaison n'était pas une confirmation indépendante ; l'intervalle bootstrap sous poids fixés n'est pas une fourchette de valeur ; cinq comparables restent un estimateur bruité qu'il faut recouper.

Exercices

Exercice 20.1 — Deux indications indépendantes ★

Une indication par comparaison vaut 582 000 $ avec un écart-type de 30 000 $; une indication hédonique vaut 636 000 $ avec un écart-type de 12 000 $; leurs erreurs sont supposées indépendantes. Calculez les poids inverses de la variance, la valeur combinée et son écart-type (équation (20.2)). Comparez à la moyenne simple et à son écart-type. Expliquez en une phrase pourquoi la moyenne simple est moins précise que chacune des deux indications prise dans la combinaison optimale, mais plus précise que la comparaison seule.

Exercice 20.2 — Trois intervalles ★

Pour le sujet du cas 1, $\mathbf{x}_s^\top \hat{\beta} = 13{,}3627$, $\mathbf{x}_s^\top \hat{\mathbf{V}} \mathbf{x}_s = 0{,}00010$, $\hat{\sigma} = 0{,}0830$ et le facteur de Duan vaut 1,00335. Calculez l'intervalle de confiance à 95 % de la valeur (équation (20.6)) et l'intervalle de prédiction à 95 % du prix (équation (18.16)), puis le rapport de leurs demi-largeurs en logarithme. Dites lequel des deux un rapport doit présenter comme fourchette de valeur, lequel comme information sur le prix, et pourquoi ni l'un ni l'autre n'est la fourchette conclue au section 20.6.

Exercice 20.3 — Poids optimaux avec corrélation ★★

Reprenez les deux indications de l'exercice 20.1 en supposant maintenant que leurs erreurs sont corrélées, parce que la grille de comparaison a été ajustée avec les prix implicites du modèle. Calculez le poids optimal de la comparaison et l'écart-type minimal de la combinaison (équation (20.5)) pour $\rho = 0{,}3$, $\rho = 0{,}5$ et $\rho = 0{,}6$. À partir de quelle corrélation le poids devient-il négatif ? Que doit faire l'évaluateur dans ce

cas, et que signifie ce résultat pour la pratique qui consiste à présenter une grille et une régression alimentées par les mêmes ventes comme deux « méthodes » distinctes ?

Exercice 20.4 — Un bootstrap à la main ★★

Vingt réplications bootstrap d'une indication par comparaison ont donné, en milliers de dollars et déjà triées : 561, 568, 571, 574, 576, 577, 579, 580, 582, 583, 585, 586, 588, 590, 592, 595, 598, 603, 611, 624. Calculez la moyenne, l'écart-type bootstrap et l'intervalle percentile à 90 % (équation (20.7)), en utilisant l'interpolation linéaire des quantiles. Pourquoi vingt réplications sont-elles suffisantes pour l'écart-type et insuffisantes pour les quantiles ? Que vaudrait l'intervalle à 80 % ?

Exercice 20.5 — L'indication par le coût : hypothèses d'usage et extraction ★★

Avec le coût neuf de 397 567 $ et l'indication par comparaison de 575 565 $: (a) calculez l'indication par le coût sous des hypothèses d'usage, un terrain alloué à 35 % de l'indication par comparaison et une dépréciation âge-vie avec un âge effectif de 22 ans sur une vie de 60 ans, puis (b) avec l'âge effectif de 28 ans sur une vie de 75 ans. (c) Avec la valeur de terrain du chapitre 24, 277 000 $, calculez la dépréciation extraite du marché (équation (20.10)) et son taux à l'indication par comparaison et à la prédiction hédonique, puis la valeur de terrain qu'il faudrait pour que le coût, avec la dépréciation totale de 23,91 % du chapitre 24, rejoigne la prédiction hédonique. (d) Expliquez pourquoi l'accord entre le coût et la comparaison obtenu en (c) n'est pas une confirmation indépendante, et quelles vérifications un dossier réel exigerait.

Exercice 20.6 — Pondérations alternatives et comparaison élargie ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch20_reconciliation.py` : (a) recalculez la conclusion pour les poids 0,30, 0,55 et 0,15, puis 0,55, 0,30 et 0,15, et arrondissez au 5 000 $; (b) remplacez l'indication par comparaison par celle de l'échantillon élargi à seize candidats (figure 20.1) en conservant les poids raisonnés, et commentez l'effet ; (c) refaites le bootstrap conjoint avec $k = 8$ comparables retenus et comparez l'écart-type obtenu à celui du tableau 20.5, en reliant le résultat à l'équation (16.5). Rédigez une note de 150 mots sur ce que ces variantes impliquent pour la fourchette de valeur à communiquer.

Exercice 20.7 — Rédiger la conclusion et l'incidence d'une hypothèse ★★★

La conclusion du cas 1 repose sur l'hypothèse que le sous-sol fini du sujet est exempt d'infiltration, ce que l'inspection n'a pu vérifier derrière les finis. Un entrepreneur estime à 14 000 $ le coût de correction si l'hypothèse était fausse, et l'évaluateur juge que

la valeur serait réduite d'autant. (a) Calculez l'incidence de l'hypothèse (équation (10.4)) en dollars et en pourcentage de la valeur conclue, puis la valeur que retiendrait un lecteur qui attribue 70 % de chances à l'hypothèse (équation (10.5)). (b) Rédigez, en 200 mots au plus, le paragraphe de conclusion du rapport conforme à la règle 2.3 des NPP et au paragraphe 10.07 d'IVS 103 : indications, explication des écarts, poids et raisons, valeur la plus probable, fourchette, intervalle du prix, hypothèse extraordinaire et son incidence. (c) Dites pourquoi l'évaluateur ne doit pas remplacer la valeur conclue par l'espérance calculée en (a).

Pour aller plus loin

Le traitement professionnel de la réconciliation se trouve dans les chapitres terminaux de Appraisal Institute (2026) et de son édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010), dont le vocabulaire est fixé par Appraisal Institute (2022) ; Pagourtzi et al. (2003) replacent les méthodes dans une typologie d'ensemble. Les fondements statistiques de la combinaison d'estimateurs sont ceux de Bates et Granger (1969) et de Granger et Ramanathan (1984), cités en note ; leur transposition à la pondération des comparables est due à Vandell (1991), Gau et al. (1992) et Green (1994), et Kummerow et Galfalvy (2002) formulent l'arbitrage biais–variance qui organise ce chapitre. Sur l'incertitude d'évaluation et son expression dans le rapport, French et Gabrielli (2004) est le texte de référence, prolongé par French et Gabrielli (2005) pour les flux actualisés ; Bogin et Shui (2020) comparent la précision des évaluations et des modèles automatisés dans des marchés peu denses, et Mayer et al. (2019) examinent la mise à jour des modèles hédoniques. Le bootstrap est exposé dans Efron (1979) et Efron et Tibshirani (1993), cités en note, et de façon moderne par Hastie et al. (2009). Sur les biais de jugement qui menacent la réconciliation, Northcraft et Neale (1987), Diaz (1990), Diaz (1997) et la synthèse de Diaz et Hansz (2002) ; sur le lissage et l'ancrage dans les évaluations répétées, Geltner (1993), Clayton et al. (2001) et, pour la mesure des indices qui en découle, Fisher et al. (1994). Le traitement bayésien de la combinaison, où les poids deviennent des probabilités a posteriori et la fourchette un intervalle de crédibilité, est l'objet du chapitre 39 et s'appuie sur Gelman et al. (2013). Enfin, les textes normatifs cités sont les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), le Code de déontologie (Québec 2000), le CUSPAP 2026 (Appraisal Institute of Canada 2026), les IVS 2025 (International Valuation Standards Council 2025) et le Red Book de la RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors 2024).

PARTIE V

La méthode du coût

CHAPITRE 21

21

Reproduction et remplacement

La méthode du coût répond à une question que tout acheteur se pose au moins une fois devant une maison : « combien coûterait-il de la construire aujourd'hui ? ». Cette question paraît concrète, presque comptable, et c'est précisément ce qui la rend dangereuse : un coût n'est pas une valeur, et le passage de l'un à l'autre exige une chaîne de raisonnements dont chaque maillon peut céder. Le présent chapitre ouvre la partie consacrée au coût en posant la logique de la méthode, son champ d'application légitime et la première de ses trois composantes, le coût neuf, c'est-à-dire ce que coûterait la construction d'un bâtiment identique ou équivalent à la date d'évaluation. Les deux chapitres suivants détaillent la mesure des quantités (chapitre 22) et la structure des coûts directs et indirects (chapitre 23) ; le chapitre 24 traite des dépréciations, et le chapitre 25 de la valeur du terrain, sans laquelle l'indication de valeur par le coût reste incomplète. Tout au long du chapitre, le sujet du premier dossier de cas, un cottage de 165 m² construit en 1998 dans le secteur Hull de Gatineau, sert de fil conducteur ; ses chiffres sont synthétiques et identifiés comme tels.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- énoncer la logique économique de la méthode du coût, l'identité $V = V_L + C_N - D$ et les situations où la méthode est pertinente, acceptable ou trompeuse ;
- distinguer le coût de reproduction du coût de remplacement, choisir la base appropriée et comprendre ce que ce choix implique pour la mesure de la désuétude fonctionnelle ;
- décomposer le coût neuf en coûts directs, coûts indirects et incitatif de l'entrepreneur, déclarer la convention d'assiette retenue et repérer les doubles comptages ;
- estimer un coût neuf par comparaison unitaire, par composantes, par métré ou par indexation, avec les ajustements de taille, de date et de lieu qui s'imposent ;
- mobiliser les sources québécoises et canadiennes de coûts, publiques et sous licence, en respectant leurs limites et leurs conditions d'utilisation ;
- conduire un calcul intégral du coût neuf d'une maison unifamiliale et en mesurer la sensibilité aux hypothèses.

21.1 La logique de la méthode et son champ d'application

21.1.1 Substitution, production et prix de réserve

La méthode du coût repose sur une application particulière du principe de substitution : un acheteur raisonnablement informé ne paiera pas, pour un bien existant, plus que ce qu'il lui en coûterait d'acquérir un terrain comparable et d'y faire construire, sans délai indu, un bâtiment d'une utilité équivalente. Le coût de production d'un substitut fixe donc un plafond au prix que le marché est disposé à payer. Appraisal Institute (2026) présentent la méthode comme la traduction, en termes d'évaluation, du raisonnement d'un promoteur qui compare le prix d'un bien existant au coût de sa reconstitution ; Achour (1992) y voit, dans le vocabulaire québécois, l'« approche par le coût de remplacement déprécié », et la tradition britannique la nomme **méthode de l'entrepreneur** (*contractor's method*), ce qui dit bien qu'elle raisonne du point de vue de celui qui construit plutôt que de celui qui achète (Wyatt 2022 ; Scarrett et Osborn 2014).

Le plafond ainsi posé n'est toutefois atteint que si trois conditions sont réunies. Il faut d'abord que la construction soit matériellement et juridiquement possible : un terrain disponible, un zonage qui autorise l'usage, des entrepreneurs et des matériaux accessibles. Il faut ensuite que l'acheteur accepte d'attendre la fin des travaux et d'en supporter le risque, ce qui suppose que le délai et l'incertitude soient compensés, sans quoi le bien existant, disponible immédiatement, mérite une prime. Il faut enfin que le bâtiment existant offre la même utilité que le substitut neuf ; dès qu'il est plus vieux, moins bien conçu ou mal situé, sa valeur s'éloigne du coût neuf par un montant qu'il faut mesurer : c'est la dépréciation. La méthode du coût se résume alors à une identité comptable dont chacun des termes est une estimation distincte.

Définition 21.1 : Méthode du coût

La **méthode du coût** estime la valeur d'un bien immobilier bâti comme la somme de la valeur du terrain, réputé vacant et disponible pour sa plus haute et meilleure utilisation, et du coût neuf des améliorations, diminué de l'ensemble des dépréciations qui affectent ces améliorations à la date d'évaluation :

$$\hat{V} = V_L + C_N - D_{\text{phys}} - D_{\text{fonc}} - D_{\text{ext}}, \tag{21.1}$$

où V_L est la valeur du terrain, C_N le coût neuf (de reproduction ou de remplacement) et D_{phys}, D_{fonc}, D_{ext} les dépréciations physique, fonctionnelle et externe. Le coût neuf comprend les coûts directs, les coûts indirects et l'incitatif de l'entrepreneur.

L'équation (21.1) appelle trois remarques qui structurent toute la partie V. Premièrement, le terrain et le bâtiment sont estimés séparément, ce qui est à la fois la force de la méthode, puisqu'elle rend explicite une décomposition que la comparaison laisse implicite, et sa faiblesse, puisqu'aucune transaction n'observe jamais ces deux composantes isolément ; Davis et Heathcote (2007) ont montré, à l'échelle agrégée, combien la part du terrain dans la valeur des logements varie dans le temps et l'espace, et Clapp et Salavei (2010) ont établi que, lorsque la valeur du terrain domine, le coût déprécié du bâtiment cesse d'être une lecture fiable de la contribution de celui-ci. Deuxièmement, les dépréciations sont des

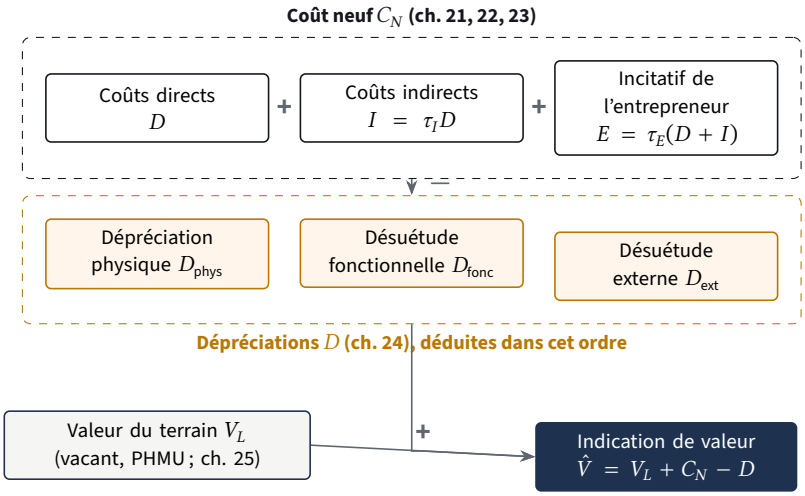


Figure 21.1. Architecture de la méthode du coût : le coût neuf, somme des coûts directs, des coûts indirects et de l'incitatif de l'entrepreneur, est diminué des trois dépréciations puis ajouté à la valeur du terrain. Le présent chapitre traite du bloc supérieur ; chaque bloc renvoie au chapitre qui le détaille.
Source : schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch21.tex`).

soustractions mesurées sur une base qui diminue à chaque étape ; l'ordre et l'assiette de ces soustractions sont fixés dans la bibliothèque de calcul de l'ouvrage et discutés au chapitre 24. Troisièmement, le coût neuf lui-même est une estimation, non une observation : c'est l'objet du présent chapitre.

21.1.2 Quand la méthode du coût est-elle pertinente ?

La pertinence de la méthode dépend de la part de l'incertitude totale qui loge dans le coût neuf plutôt que dans la dépréciation. Pour un bâtiment neuf ou récent, la dépréciation est faible et son erreur de mesure l'est aussi ; l'indication de valeur dépend surtout de la qualité de l'estimation du coût et de celle du terrain, deux grandeurs pour lesquelles il existe des sources. C'est le domaine naturel de la méthode : constructions neuves, immeubles de moins d'une dizaine d'années, projets en cours ou à l'état de plans, pour lesquels la comparaison est souvent impossible parce que le bien n'existe pas encore. À l'autre extrême, pour une maison de soixante ans dans un quartier établi, la dépréciation représente la moitié ou davantage du coût neuf et son estimation, qu'elle procède d'une règle âge-vie ou d'une extraction du marché, est entachée d'une erreur qui rend l'indication finale peu fiable ; Hulten et Wykoff (1981) et Malpezzi et al. (1987) ont montré combien les profils de dépréciation estimés sur données réelles s'écartent des schémas linéaires que la pratique applique par commodité. Entre ces deux pôles, la méthode garde une utilité comme contrôle de vraisemblance : si une indication par comparaison dépasse nettement le coût neuf plus le terrain, c'est que le marché paie une prime de rareté ou d'immédiateté qu'il faut expliquer.

Quatre situations justifient par ailleurs le recours à la méthode indépendamment de l'âge du bâtiment. La première est le bien atypique : une maison d'architecte, un bâtiment à usage spécialisé, une résidence hors norme dans un marché mince, pour lesquels les comparables font défaut et où le coût reste la seule base objective. La deuxième est l'assurance : la valeur assurable d'un bâtiment est par construction un coût de reconstruction, car l'assureur

indemnise la remise en état et non la valeur d'échange ; le terrain en est exclu, de même que, selon les contrats, les fondations et les ouvrages souterrains, ce qui en fait une grandeur distincte de la valeur marchande que les normes de pratique traitent dans des dispositions propres (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). La troisième est l'évaluation foncière municipale : le Manuel d'évaluation foncière du Québec consacre la partie 3E de son processus d'évaluation à la méthode du coût et l'évaluateur municipal doit s'y conformer lorsque c'est la méthode la plus pertinente (Québec 1994, art. 8), ce qui fait du coût la méthode dominante pour une grande partie du parc résidentiel évalué en masse. La quatrième est la plus haute et meilleure utilisation (PHMU, *highest and best use*) : la méthode du coût suppose que les améliorations existantes correspondent à l'utilisation optimale du terrain ; lorsque ce n'est pas le cas, l'écart entre le bâtiment idéal et le bâtiment réel est précisément ce que mesure la désuétude fonctionnelle ou externe, et l'analyse de PHMU du chapitre 41 devient le préalable à tout calcul.

Sur le plan normatif, les trois corpus de référence placent la méthode du coût au même rang que la comparaison et le revenu. Les IVS la décrivent, à la section 70 de la norme IVS 103, comme l'une des trois approches dont le choix et la pondération doivent être justifiés (International Valuation Standards Council 2025) ; les normes de pratique de l'OEAQ exigent que le rapport expose le raisonnement et explique le rejet de toute méthode traditionnelle non retenue (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), et les CUSPAP imposent la même obligation d'explication (Appraisal Institute of Canada 2026). Il s'ensuit que l'évaluateur qui écarte la méthode du coût pour une maison ancienne doit le dire et le motiver, et que celui qui la retient pour un bien neuf doit documenter chaque composante du coût neuf avec la même rigueur qu'il documenterait un comparable. Bowes (2011) a défendu, contre une pratique qui tend à négliger la méthode, l'idée qu'un coût neuf bien établi et une dépréciation extraite du marché livrent une information que les deux autres méthodes ne contiennent pas.

21.2 Coût de reproduction et coût de remplacement

21.2.1 Deux définitions pour une même question

Le coût neuf peut être défini de deux manières qui conduisent à des montants différents et, surtout, à des traitements différents de la désuétude. Le coût de reproduction est le coût de construire, à la date d'évaluation et aux prix courants, une réplique du bâtiment existant : mêmes matériaux, mêmes dimensions, même conception, mêmes normes de construction que celles de l'époque, y compris les éléments aujourd'hui dépassés, superflus ou interdits. Le coût de remplacement est le coût de construire, à la même date et aux mêmes prix, un bâtiment d'une utilité équivalente, avec les matériaux, la conception et les normes actuels, sans reproduire les éléments qui n'ajoutent rien à l'utilité. La distinction est classique dans la littérature nord-américaine (Appraisal Institute 2026 ; Appraisal Institute 2022) et la terminologie québécoise la reprend telle quelle (Achour 1992).

Définition 21.2 : Coût de reproduction et coût de remplacement

Le **coût de reproduction** C_N^{repro} est le coût estimé, à la date d'évaluation, de la construction d'une réplique exacte du bâtiment évalué, avec les mêmes matériaux, la même conception et la même qualité d'exécution, y compris ses carences et ses surabondances. Le **coût de remplacement** C_N^{rempl} est le coût estimé, à la même date, de la construction d'un bâtiment d'utilité équivalente selon les matériaux, les techniques, les normes et la conception courants. En règle générale, $C_N^{\text{rempl}} \leq C_N^{\text{repro}}$; l'inégalité est stricte dès que le bâtiment existant comporte des éléments surabondants ou des méthodes de construction devenues coûteuses.

L'exemple le plus parlant au Québec est celui des maisons d'avant 1950 : murs de maçonnerie pleine, plâtre sur lattes, planchers de bois massif sur solives de pleine dimension, hauteur de plafond de dix pieds. Reproduire ces éléments coûterait aujourd'hui beaucoup plus que construire une maison moderne de même surface et de même utilité en ossature de bois, gypse et isolant ; la différence n'ajoute rien à ce qu'un acheteur est disposé à payer. Inversement, le remplacement intègre des exigences que le bâtiment existant ne satisfait pas : isolation thermique du chapitre I.1 du Code de construction, ventilation mécanique, protection parasismique, sécurité électrique, autant d'éléments qui renchérissent le substitut neuf sans que le bâtiment ancien en bénéficie (Québec 2022). Le coût de remplacement est donc à la fois plus bas, parce qu'il élimine les surabondances, et plus haut, parce qu'il incorpore les normes nouvelles ; c'est le solde de ces deux effets qui le sépare du coût de reproduction.

21.2.2 Quelle base retenir ?

Le coût de reproduction s'impose dans trois cas. Le premier est l'assurance lorsque le contrat garantit la reconstruction « à l'identique », ce qui est fréquent pour les bâtiments patrimoniaux ou les propriétés dont le cachet fait la valeur ; il faut alors chiffrer la réplique, pierre de taille et boiseries comprises. Le deuxième est le litige ou l'expropriation lorsque la question posée porte sur ce qu'il en coûterait de remettre le propriétaire dans la situation exacte où il se trouvait. Le troisième est l'analyse de la désuétude fonctionnelle elle-même : pour mesurer ce que coûte une surabondance, il faut connaître le coût de reproduction de l'élément surabondant, car c'est de ce coût que la désuétude est déduite. Dans toutes les autres situations, et en particulier pour l'estimation de la valeur marchande d'une habitation courante, le coût de remplacement est la base de travail usuelle, et c'est celle que retiennent les conventions de calcul de l'ouvrage (annexe *Conventions de calcul*) et la bibliothèque `traite.cout`. Il est d'usage, dans l'évaluation de masse comme dans la pratique privée, de travailler au coût de remplacement parce que les barèmes unitaires et les guides de coûts décrivent des bâtiments construits selon les techniques courantes ; appliquer un barème moderne à une maison ancienne revient de fait à calculer un coût de remplacement, même si le rapport ne le dit pas.

21.2.3 Le lien avec la désuétude fonctionnelle

Le choix de la base n'est pas neutre pour la suite du calcul : il détermine ce qui reste à déduire au titre de la désuétude fonctionnelle. Si le coût neuf est un coût de reproduction, il

inclut le coût des éléments surabondants ; la désuétude fonctionnelle doit alors retrancher le coût de reproduction de ces éléments, net de la dépréciation physique déjà imputée, puis ajouter la valeur capitalisée de l'excès de coûts d'exploitation qu'ils engendrent, s'il y en a. Si le coût neuf est un coût de remplacement, les surabondances en sont déjà exclues ; ne subsiste à déduire que l'excès de coûts d'exploitation, et il serait fautif de retrancher une seconde fois le coût des éléments superflus. La proposition suivante formalise cette équivalence, que le chapitre 24 exploite en détail.

Proposition 21.1 : Équivalence des deux bases sous une mesure cohérente de la désuétude

Soit un bâtiment dont le coût de reproduction se décompose en $C_N^{\text{repro}} = C^{\text{util}} + S$, où S est le coût de reproduction des éléments surabondants et C^{util} celui des éléments utiles, et soit $C_N^{\text{rempl}} = C^{\text{util}}$ le coût de remplacement d'un bâtiment d'utilité équivalente, les éléments utiles étant supposés construits au même coût sous les deux bases. Notons $\delta \in [0,1]$ le taux de dépréciation physique appliqué uniformément et X la valeur capitalisée de l'excès de coûts d'exploitation imputable aux éléments surabondants. Alors l'indication de valeur est la même sous les deux bases si et seulement si la désuétude fonctionnelle est mesurée par

$$D_{\text{fonc}}^{\text{repro}} = (1-\delta)\,S + X \qquad \text{et} \qquad D_{\text{fonc}}^{\text{rempl}} = X. \tag{21.2}$$

Démonstration. Sous la base de reproduction, la contribution du bâtiment après dépréciation physique est $(1-\delta)(C^{\text{util}} + S)$, et la désuétude fonctionnelle doit éliminer la part non encore dépréciée des éléments surabondants, soit $(1-\delta)S$, ainsi que la pénalité d'exploitation X : la contribution nette vaut $(1-\delta)(C^{\text{util}} + S) - (1-\delta)S - X = (1-\delta)C^{\text{util}} - X$. Sous la base de remplacement, la contribution après dépréciation physique est $(1-\delta)C^{\text{util}}$ et la désuétude fonctionnelle se réduit à X, d'où la même contribution nette $(1-\delta)C^{\text{util}} - X$. Si l'on déduisait en outre $(1-\delta)S$ sous la base de remplacement, la contribution serait minorée de ce montant : c'est le double comptage que la proposition écarte. Réciproquement, toute autre mesure de D_{fonc} sous l'une des bases rompt l'égalité. □

La proposition suppose que les éléments utiles coûtent le même prix sous les deux bases ; dans la réalité, le remplacement substitue des techniques modernes aux techniques anciennes même pour les éléments utiles, de sorte que C_N^{rempl} et C^{util} diffèrent et que l'équivalence n'est qu'approximative. Elle a néanmoins une portée pratique immédiate : le rapport doit dire quelle base a été retenue, et la mesure de la désuétude fonctionnelle doit être cohérente avec ce choix. Le tableau 21.1 résume les différences entre les deux bases.

21.3 Les composantes du coût neuf

21.3.1 Coûts directs, coûts indirects, incitatif

Quelle que soit la base retenue, le coût neuf se compose de trois blocs. Les **coûts directs** (*hard costs*) sont les dépenses incorporées physiquement au bâtiment ou nécessaires à son édification sur le chantier : matériaux, main-d'œuvre des corps de métier, équipement de chantier, sous-traitance, frais généraux de chantier tels que la roulotte, les clôtures, les

Tableau 21.1. Coût de reproduction et coût de remplacement : définitions, usages et conséquences pour la mesure de la dépréciation.

Critère	Coût de reproduction	Coût de remplacement
Objet chiffré	Réplique exacte du bâtiment (matériaux, conception, normes d'origine)	Bâtiment d'utilité équivalente (matériaux, conception et normes actuels)
Surabondances	Incluses dans le coût neuf ; déduites ensuite en désuétude fonctionnelle	Exclues du coût neuf ; seul l'excès de coûts d'exploitation est déduit
Carences	Reproduites ; le coût de les corriger est déduit en désuétude curable	Comblées par conception ; la carence du bâtiment réel est déduite en désuétude
Normes nouvelles (Code de construction)	Non intégrées	Intégrées, ce qui hausse le coût neuf
Usages typiques	Assurance « à l'identique », patrimoine, litiges, mesure des surabondances	Valeur marchande, évaluation de masse (barèmes), études de faisabilité
Sources de coûts	Devis spécialisés, métré détaillé, restauration	Barèmes unitaires, guides de coûts, soumissions courantes
Convention de l'ouvrage	Sur demande explicite	Par défaut (`traite.cout`, annexe des conventions)

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026), Appraisal Institute (2022) et Achour (1992).

conteneurs et le nettoyage, ainsi que la marge et les frais généraux des sous-traitants, qui sont inclus dans leurs prix. Les **coûts indirects** (*soft costs*) sont les dépenses nécessaires au projet mais qui ne se matérialisent pas dans l'ouvrage : honoraires d'architecte, d'ingénieur et d'arpenteur-géomètre, études de sol, permis et frais municipaux, assurances du chantier et cautionnements, financement intérimaire, frais juridiques et comptables, taxes de vente non récupérables, frais de mise en marché et de vente pour un bien destiné à la revente, frais d'administration du promoteur. L'**incitatif de l'entrepreneur** (*entrepreneurial incentive*), enfin, est la rémunération que le marché doit offrir à celui qui coordonne et porte le risque du projet pour qu'il accepte de l'entreprendre ; sans elle, personne ne construirait, et un acheteur qui veut un bâtiment neuf doit la payer.

La frontière entre direct et indirect n'est pas tracée de la même façon par toutes les sources, et c'est la première source de confusion. La supervision du chantier, par exemple, est tantôt classée dans les frais généraux de l'entrepreneur général, donc dans les coûts directs, tantôt dans les coûts indirects du promoteur ; les guides de coûts commerciaux l'incluent généralement dans leurs prix unitaires, tandis qu'un devis détaillé la fait apparaître comme un poste séparé. Les raccordements aux services municipaux relèvent du chantier, mais les contributions pour fins de parcs et les frais d'infrastructure imposés par la municipalité relèvent du projet. Il n'y a pas de bon classement dans l'absolu ; il y a une exigence de cohérence : le taux d'indirects appliqué doit avoir été mesuré avec la même définition des directs que celle utilisée pour le bâtiment évalué, et l'incitatif ne doit pas s'ajouter à une marge déjà incluse dans les prix unitaires.

L'incitatif appelle une précision conceptuelle que Appraisal Institute (2026) et Geltner et al. (2014) soulignent chacun à leur manière. Il faut distinguer l'incitatif, qui est la rémunération *anticipée* nécessaire pour qu'un projet se fasse, du profit, qui est la rémunération *réalisée* une fois le bien vendu. Le premier est une composante du coût, parce qu'il est une

condition de l'offre ; le second est un résultat, qui peut être nul ou négatif si le marché a baissé entre le lancement et la livraison. C'est l'incitatif, et non le profit constaté sur un projet particulier, qui entre dans le coût neuf, et il doit être tiré du marché : des entretiens avec des constructeurs, de l'analyse de projets comparables où prix de vente, terrain et coûts sont connus, ou de la différence entre le prix des maisons neuves et la somme de leurs coûts et du terrain. Il varie avec le risque, donc avec la taille du projet, la durée, la préventes et le cycle ; une marge jugée normale pour une maison individuelle construite sur commande ne l'est pas pour une tour de condominiums vendue sur plans.

21.3.2 Dérivation du coût neuf et conventions d'assiette

Notons D les coûts directs, I les coûts indirects et E l'incitatif. Le coût neuf est la somme $C_N = D + I + E$. Dans la pratique, les coûts indirects sont souvent exprimés en proportion des coûts directs, $I = \tau_I D$, et l'incitatif en proportion d'une assiette qu'il faut déclarer. Deux conventions coexistent. Si l'assiette de l'incitatif est la somme des directs et des indirects,

$$C_N = D + \tau_I D + \tau_E (D + \tau_I D) = D\,(1 + \tau_I)(1 + \tau_E); \tag{21.3}$$

si l'assiette se limite aux coûts directs,

$$C_N = D + \tau_I D + \tau_E D = D\,(1 + \tau_I + \tau_E). \tag{21.4}$$

La différence entre les deux conventions vaut $D\,\tau_I\,\tau_E$, c'est-à-dire l'incitatif calculé sur les seuls indirects ; pour des taux de 20 % et 10 %, elle représente 2 % des coûts directs, un écart modeste mais qui n'a aucune raison d'être laissé au hasard. Les conventions de l'ouvrage retiennent l'équation (21.3), parce que le promoteur qui porte le risque le porte sur l'ensemble de ses déboursés, honoraires et financement compris, et non sur les seuls travaux ; la fonction `cout_neuf` de la bibliothèque accepte les deux conventions par son argument `base_incitatif` et oblige ainsi l'analyste à choisir.

Coût neuf : composantes et parts

Avec $I = \tau_I D$ et $E = \tau_E (D + I)$, les parts de chaque composante dans le coût neuf sont

$$\frac{D}{C_N} = \frac{1}{(1+\tau_I)(1+\tau_E)}, \qquad \frac{I}{C_N} = \frac{\tau_I}{(1+\tau_I)(1+\tau_E)}, \qquad \frac{E}{C_N} = \frac{\tau_E}{1+\tau_E}. \tag{21.5}$$

La part de l'incitatif ne dépend que de τ_E ; celle des indirects dépend des deux taux. Un coût neuf de 400 000 $ avec $\tau_I = 20\,\%$ et $\tau_E = 10\,\%$ se décompose en 75,8 % de directs, 15,2 % d'indirects et 9,1 % d'incitatif.

21.3.3 Les doubles comptages à éviter

La structure additive du coût neuf invite à compter deux fois certains éléments, et le tableau 21.2 recense les cas les plus fréquents. Le premier concerne la marge des sous-traitants : un devis par composantes bâti sur des prix de sous-traitants installés inclut déjà leurs frais généraux et leur profit ; ajouter un incitatif revient à rémunérer le coordonnateur du projet, non les métiers, et le taux doit être calibré en conséquence. Le deuxième concerne

Tableau 21.2. Composantes du coût neuf, exemples québécois et risque de double comptage.

Composante	Exemples	Point de vigilance
Coûts directs	Excavation, fondations, charpente, enveloppe, finition, plomberie, électricité, chauffage, frais de chantier (conteneurs, nettoyage)	Les prix de sous-traitants incluent leur marge ; les barèmes incluent souvent les frais généraux de l'entrepreneur général
Coûts indirects	Plans et honoraires professionnels, permis et études (arpentage, sol), assurances et cautionnement, financement intérimaire, frais juridiques, taxes non récupérables, mise en marché	Le taux d'indirects doit être mesuré avec la même définition des directs ; les intérêts sur le terrain ne sont comptés qu'une fois
Incitatif de l'entrepreneur	Rémunération du risque et de la coordination, tirée du marché (projets comparables, constructeurs)	Ne pas confondre avec le profit réalisé ; déclarer l'assiette (directs seuls ou directs + indirects)
Améliorations du site	Entrée asphaltée, aménagement paysager, balcon, clôture, piscine	Inclure dans le bâtiment *ou* évaluer à part, jamais les deux ; durée de vie propre
Infrastructures	Raccordements aqueduc/égout, contributions municipales	Déjà dans la valeur d'un terrain viabilisé estimé par comparaison

Source : synthèse de l'auteur ; structure d'après Appraisal Institute (2026) et les postes du devis synthétique du cas 1 (`data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv`).

les frais généraux de l'entrepreneur général : s'ils sont inclus dans les prix unitaires d'un guide de coûts, le taux d'indirects ne doit pas les contenir de nouveau. Le troisième concerne le financement intérimaire : les intérêts sur le prêt de construction sont un coût indirect du bâtiment, mais les intérêts sur le coût d'acquisition du terrain pendant la construction relèvent du terrain ou de l'incitatif selon la convention ; les compter dans les deux est une erreur. Le quatrième concerne les taxes de vente : pour un acheteur occupant, la TPS et la TVQ payées sur une habitation neuve, nettes des remboursements, sont un déboursé réel et font partie du coût qu'il compare au prix d'une maison existante, tandis que pour un investisseur inscrit aux taxes elles sont récupérables et ne sont pas un coût ; le traitement doit suivre le profil de l'acheteur typique et être déclaré. Le cinquième concerne les améliorations du site : entrée, aménagement paysager, clôtures et piscine sont tantôt inclus dans le coût du bâtiment, tantôt évalués séparément et dépréciés à leur propre rythme ; ils ne doivent pas figurer aux deux endroits. Le sixième, enfin, est le plus subtil : la valeur du terrain estimée par comparaison avec des terrains viabilisés inclut déjà les raccordements et les infrastructures ; les inclure aussi dans le coût neuf du bâtiment les compte deux fois.

21.4 Les méthodes d'estimation du coût neuf

Quatre familles de méthodes permettent d'estimer le coût neuf, classées ici par précision croissante et par coût d'application croissant : la comparaison unitaire, l'estimation par composantes, la méthode quantitative fondée sur un métré, et l'indexation d'un coût historique, qui n'est pas une méthode autonome mais un complément des trois autres. Le tableau 21.3 les compare ; les sous-sections qui suivent en donnent les équations et les pièges.

21.4.1 La comparaison unitaire

La comparaison unitaire estime le coût neuf en multipliant une superficie par un coût unitaire tiré de bâtiments comparables récemment construits ou d'un barème : $C_N = c \times S$. Sa simplicité en fait la méthode de prédilection des études préliminaires, des contrôles de vraisemblance et de l'évaluation de masse, mais elle repose sur trois conditions que l'on oublie volontiers. La première est l'homogénéité de la mesure de superficie : un coût au mètre carré établi sur l'aire brute des étages mesurée à la face externe des murs, selon la convention du Manuel d'évaluation foncière, n'est pas applicable à une superficie habitable nette qui exclut les murs, les cages d'escalier et le sous-sol ; l'écart entre les deux mesures atteint couramment 10 à 20 %, ce qui est du même ordre que la précision que l'on espère de la méthode (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026). Le chapitre 12 détaille ces conventions. La deuxième condition est l'homogénéité de la base : un coût unitaire qui inclut le sous-sol fini, le garage, les aménagements extérieurs ou l'incitatif ne se compare pas à un coût qui les exclut, et les guides commerciaux précisent toujours ce que leur chiffre contient. La troisième est la similarité de taille, de qualité et de forme, qui appelle des ajustements.

L'ajustement de taille est le plus important. Le coût au mètre carré décroît avec la superficie parce qu'une partie des coûts est fixe ou croît moins vite que l'aire : la cuisine, les salles de bain, l'entrée électrique, les raccordements, les honoraires et les permis coûtent à peu près le même prix pour une maison de 140 m² et pour une maison de 200 m², et l'enveloppe croît comme le périmètre, non comme l'aire. Il est d'usage de modéliser cette relation par une élasticité constante :

$$c(S) = c_{\text{réf}} \left(\frac{S}{S_{\text{réf}}} \right)^{\varepsilon}, \qquad \varepsilon < 0, \tag{21.6}$$

où $c_{\text{réf}}$ est le coût unitaire observé sur des bâtiments de superficie $S_{\text{réf}}$ et ε l'élasticité du coût unitaire par rapport à la superficie. Le coût total $C_N = c(S)\,S$ a alors une élasticité de $1 + \varepsilon$: avec $\varepsilon = -0{,}10$, une maison 20 % plus grande coûte environ 17,9 % de plus et 1,8 % de moins au mètre carré. La proposition suivante relie cette élasticité à la géométrie du bâtiment et montre pourquoi elle est négative mais modérée.

Proposition 21.2 : Économies d'échelle géométriques

Soit un bâtiment dont le coût direct se décompose en coûts proportionnels à l'aire de plancher A, au taux a par mètre carré, et en coûts proportionnels au périmètre P de l'enveloppe, au taux b par mètre linéaire : $C = aA + bP$. Pour une forme donnée, $P = \kappa\sqrt{A}$ ($\kappa = 4$ pour un carré, $\kappa = 3\sqrt{2} \approx 4{,}24$ pour un rectangle de proportion 1 : 2). Alors le coût unitaire $c = C/A$ a pour élasticité par rapport à l'aire

$$\varepsilon = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln A} = -\tfrac{1}{2}\,\omega_P, \qquad \omega_P = \frac{bP}{aA + bP}, \tag{21.7}$$

c'est-à-dire la moitié, changée de signe, de la part des coûts liés au périmètre dans le coût total.

Démonstration. On a $c = a + b\kappa A^{-1/2}$, donc $\partial c/\partial A = -\tfrac{1}{2} b\kappa A^{-3/2}$ et $\varepsilon = (A/c)\,\partial c/\partial A = -\tfrac{1}{2}\, b\kappa A^{-1/2}/(a + b\kappa A^{-1/2}) = -\tfrac{1}{2}\, bP/(aA + bP)$. □

Si les coûts d'enveloppe et de fondations liés au périmètre représentent 20 % du coût

direct, l'élasticité vaut −0,10 ; si l'on y ajoute les postes à coût fixe, elle se rapproche de −0,15. Ces ordres de grandeur sont des conséquences de la géométrie, non des constats empiriques ; les guides de coûts publient des tables de correction de taille qui en sont la contrepartie pratique et que l'on ne reproduit pas ici. La forme compte aussi : à aire égale, un plan allongé ou découpé a un périmètre plus long, donc un coût unitaire plus élevé, et le ratio périmètre sur aire est un ajustement classique des barèmes. La qualité, enfin, est traitée par classes dont les coûts unitaires diffèrent fortement, et le Manuel d'évaluation foncière segmente ainsi le parc résidentiel en classes de qualité et par type de bâtiment (plain-pied, étages entiers, niveaux décalés) (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026).

21.4.2 L'estimation par composantes

La **méthode par composantes** (*unit-in-place*) décompose le bâtiment en éléments fonctionnels dont chacun est mesuré dans son unité naturelle et multiplié par un prix unitaire installé, main-d'œuvre, matériaux et marge du sous-traitant compris :

$$D = \sum_{k=1}^{K} q_k \, p_k, \tag{21.8}$$

où q_k est la quantité de la composante k (mètres carrés de toiture, mètres linéaires de drain, nombre de fenêtres, forfait pour l'entrée électrique) et p_k son prix unitaire. La méthode est plus précise que la comparaison unitaire parce qu'elle capte les particularités du bâtiment, par exemple un revêtement de brique plutôt que de vinyle ou une seconde salle de bain, et moins lourde que le métré complet parce qu'elle regroupe les matériaux et la main-d'œuvre dans des prix composites. Elle produit par construction le coût direct ; les indirects et l'incitatif sont ajoutés ensuite selon l'équation (21.3). C'est la méthode qu'illustre l'exemple intégral de la section 21.6, dont le devis de 38 postes a précisément cette structure. Son principal risque est celui de la frontière : si un prix unitaire composite inclut déjà la supervision, les conteneurs ou le permis, ces postes ne doivent pas réapparaître ailleurs.

21.4.3 La méthode quantitative et le métré

La **méthode quantitative** (*quantity survey*) reconstitue le coût comme le ferait l'estimateur d'un entrepreneur général : relevé exhaustif des quantités de chaque matériau à partir des plans, application des prix de matériaux, estimation des heures de main-d'œuvre par corps de métier aux taux des conventions collectives, ajout des équipements, des frais de chantier, des frais généraux et du profit de chaque intervenant. Elle est la plus précise et la plus coûteuse ; elle n'est justifiée que pour les bâtiments neufs ou en projet, pour les litiges et pour l'étalonnage des deux autres méthodes. Le chapitre 22 lui est consacré, ainsi qu'aux règles de mesure par corps de métier et à la lecture des plans ; le chapitre 23 détaille la construction des prix unitaires à partir des taux de main-d'œuvre de la Commission de la construction du Québec et des prix de matériaux. On retiendra ici que la précision du métré ne protège pas contre les erreurs de structure : un métré impeccable auquel on applique un taux d'indirects mal défini ou un incitatif hors marché produit un coût neuf faux.

21.4.4 L'indexation d'un coût historique

Lorsque le coût d'un bâtiment est connu à une date passée, par exemple parce qu'on dispose du contrat de construction, d'un devis ancien ou d'une évaluation antérieure, on

peut le transporter à la date d'évaluation par un ratio d'indices de prix de la construction :

$$C_t = C_0 \, \frac{I_t}{I_0}, \tag{21.9}$$

où I_0 et I_t sont les valeurs d'un indice de coûts de construction aux deux dates. L'équation (21.9) suppose que l'indice mesure l'évolution du prix d'un bâtiment de composition constante, ce qui est l'objet même d'un indice de prix de la construction comme l'IPCB de Statistique Canada, qui suit le prix que les entrepreneurs facturent pour construire un ensemble fixe de bâtiments types (Statistique Canada 2026e). Lorsque deux séries doivent être raccordées, parce que la base a changé ou qu'une série a été remplacée, le ratio se chaîne :

$$\frac{I_t}{I_0} = \frac{I_t}{I_s} \cdot \frac{I'_s}{I'_0}, \tag{21.10}$$

où s est une période commune aux deux séries I et I' ; le remplacement du tableau 18-10-0276-01, archivé en 2024, par le tableau 18-10-0289-01 en est un cas concret (Statistique Canada 2024).

L'indexation est séduisante par sa simplicité, mais ses limites sont sérieuses et croissent avec la longueur de la période. D'abord, un indice de prix mesure l'évolution du prix d'un ouvrage fixe, alors que le bâtiment réel, s'il était reconstruit aujourd'hui, le serait selon des normes et des techniques différentes : indexer le coût de 1998 d'une maison donne le coût de reproduction d'une maison de 1998, non son coût de remplacement. Ensuite, le coût initial est souvent mal connu ou non comparable : un prix de vente « clés en main » inclut le terrain et le profit du constructeur, un contrat exclut les travaux faits par le propriétaire, un devis n'inclut pas les extras. Enfin, l'erreur de série est fréquente : utiliser l'indice des prix à la consommation, qui ne mesure pas les coûts de construction, ou l'indice des prix des logements neufs, qui mesure un prix de vente incluant le terrain, ou encore une série d'un autre type de bâtiment, conduit à des écarts de plusieurs points de pourcentage sur quelques années, comme la section 21.6 le chiffre. En pratique, l'indexation est acceptable sur quelques années pour un bâtiment dont le coût initial est documenté ; au-delà d'une dizaine d'années, elle ne vaut que comme recoupement.

21.5 Les sources de coûts au Québec

21.5.1 Les indices de Statistique Canada

La source publique de référence pour l'évolution des coûts est l'**Indice des prix de la construction de bâtiments** (IPCB) de Statistique Canada, diffusé trimestriellement dans le tableau 18-10-0289-01 sur la base 2023 = 100 (Statistique Canada 2026e). L'indice mesure la variation des prix que les entrepreneurs facturent pour construire un ensemble de bâtiments types dans quinze régions métropolitaines de recensement, dont Montréal, par type d'immeuble (maison individuelle, maison en rangée, immeuble d'appartements à hauteur restreinte, tour d'habitation, et plusieurs types non résidentiels) et par division de travaux (béton, maçonnerie, bois, isolation, ouvertures, finitions, mécanique, électricité, etc.). Il s'agit d'un indice de prix de l'ouvrage livré, qui intègre matériaux, main-d'œuvre, équipement, frais généraux et profit des entrepreneurs, et non d'un simple indice des prix des matériaux ; c'est ce qui le rend approprié pour l'indexation d'un coût neuf. Deux limites

Tableau 21.3. Les méthodes d'estimation du coût neuf : données requises, précision, usages.

Méthode	Données requises	Précision et limites	Usages typiques
Comparaison unitaire ($C_N = c\,S$)	Superficie selon une convention déclarée ; coût unitaire de bâtiments comparables ou d'un barème ; ajustements de taille, de qualité, de forme, de lieu et de date	Faible à moyenne ; très sensible à la convention de mesure et à ce que le coût unitaire inclut	Études préliminaires, évaluation de masse, contrôle de vraisemblance
Par composantes ($D = \sum q_k p_k$)	Quantités par élément fonctionnel ; prix unitaires installés ; taux d'indirects et d'incitatif	Moyenne à bonne ; risque de frontière entre postes et prix composites	Évaluation individuelle de maisons et de petits immeubles ; exemple du chapitre
Quantitative (métré)	Plans complets ; quantités de matériaux ; heures et taux de main-d'œuvre ; frais généraux et profits	Bonne ; coûteuse ; ne protège pas des erreurs de structure	Neuf, projets, litiges, étalonnage (chapitres 22 et 23)
Indexation ($C_t = C_0 I_t / I_0$)	Coût historique documenté et comparable ; indice du bon type de bâtiment et de la bonne région	Décroît avec la période ; donne un coût de reproduction ; erreurs de série	Complément des autres méthodes ; mises à jour d'évaluations récentes

Source : synthèse de l'auteur.

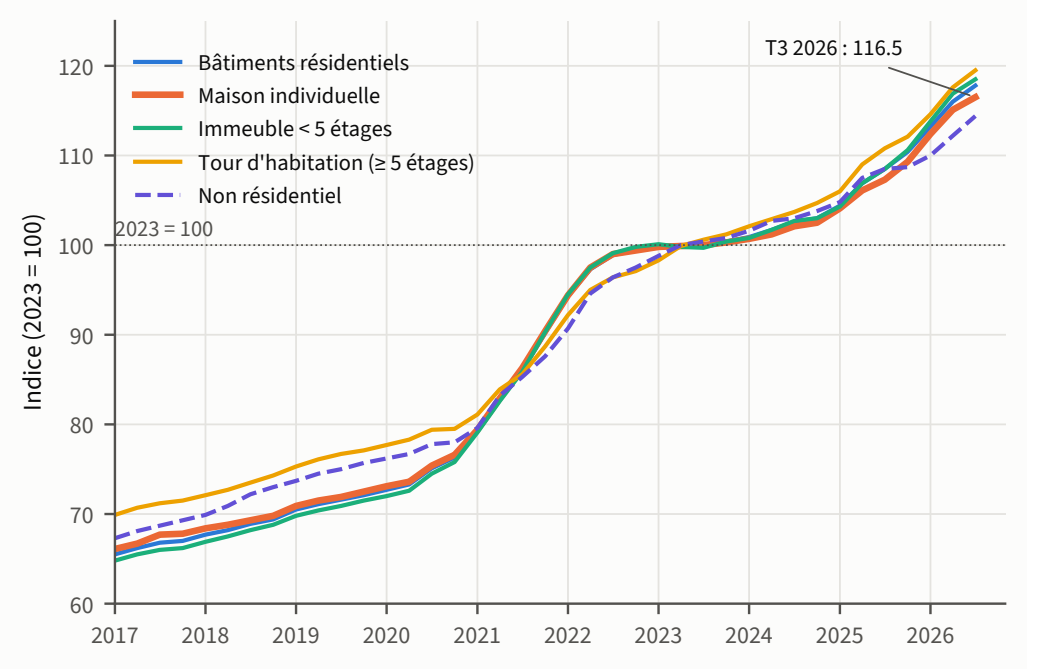


Figure 21.2. Indice des prix de la construction de bâtiments, Montréal, du début des séries résidentielles (T1 2017) au T3 2026, base 2023 = 100. La maison individuelle passe de 66,1 à 116,5, soit une hausse de 76 % en neuf ans et demi, concentrée entre 2020 et 2022 ; la hausse reprend en 2025-2026 (+8,6 % sur un an au T3 2026). Le non résidentiel (tireté) suit une trajectoire plus modérée.

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01 (vecteurs v1617911460, v1617911556, v1617911532, v1617911508, v1617911604), diffusé le 29 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026 ; fichier brut `data/raw/statcan_18100289/18100289.csv` ; script `analysis/python/figures/ch21_ipcb.py`.

doivent être connues. Les séries résidentielles de Montréal ne commencent qu'au premier trimestre de 2017, tandis que les séries non résidentielles remontent à 1981 et celle des tours d'habitation à 1988 ; l'indexation d'un coût résidentiel antérieur à 2017 n'est donc pas possible avec cette source sans recourir à un substitut imparfait. Et les seules régions québécoises couvertes sont Montréal et, pour les séries résidentielles débutant au premier trimestre de 2023 seulement, Québec (chapitre 23) ; les coûts à Gatineau, à Québec avant 2023 ou en région suivent des trajectoires voisines mais non identiques, ce que l'on traite par un multiplicateur local tiré des guides commerciaux ou des soumissions.

La figure 21.2 et le tableau 21.4 résument la trajectoire montréalaise. L'indice de la maison individuelle a progressé de 66,1 au premier trimestre de 2017 à 116,5 au troisième trimestre de 2026, soit un facteur de 1,76 ou une croissance composée de 6,15 % par année ; la quasi-totalité de l'écart s'est creusée entre le début de 2020 et la fin de 2022, période pendant laquelle l'indice a gagné 36 %, avec un pic de hausse trimestrielle de 4,75 % au quatrième trimestre de 2021. Après une accalmie en 2023, la hausse a repris : 8,6 % entre le troisième trimestre de 2025 et celui de 2026, tant pour la maison individuelle que pour l'ensemble résidentiel. Ces ordres de grandeur ont une conséquence directe pour l'évaluateur : un coût neuf établi il y a un an est déjà périmé de près de 9 %, et un coût de 2019 doit être multiplié par 1,62 pour être exprimé en dollars de 2026. L'Indice des prix des logements neufs (IPLN, tableau

Tableau 21.4. IPCB Montréal, valeurs choisies (indice, 2023 = 100) et ratio d'indexation du T3 2019 vers le T3 2026.

Type d'immeuble	T1 2017	T3 2019	T3 2021	T3 2023	T3 2025	T3 2026	Ratio
Résidentiel (ensemble)	65,5	71,6	86,0	99,9	108,5	117,8	1,645
Maison individuelle	66,1	71,9	86,3	100,0	107,3	116,5	1,620
Appartements, moins de 5 étages	64,8	70,9	85,9	99,7	108,5	118,5	1,671
Tour, 5 étages ou plus	69,9	76,7	85,6	100,6	110,8	119,5	1,558
Non résidentiel	67,3	75,0	85,3	100,4	108,5	114,4	1,525

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, Montréal, agrégat des divisions, diffusé le 29 octobre 2026 (consulté le 31 octobre 2026) ; ratios calculés par `analysis/python/cases/ch21_cout_neuf.py`.

18-10-0205-01) est parfois confondu avec l'IPCB ; il mesure le prix de vente des maisons neuves, terrain compris, et non leur coût de construction, et il a progressé beaucoup moins vite à Montréal sur la même période, ce qui illustre la distinction entre prix et coût plutôt qu'il ne la contredit.

21.5.2 Les guides de coûts sous licence

Trois guides commerciaux dominent la pratique nord-américaine et sont utilisés au Québec. Le *Canadian Cost Guide* d'Altus Group, publié chaque printemps, donne pour les grandes villes canadiennes, dont Montréal, des fourchettes de coûts de construction au pied carré par type de bâtiment, hors terrain et hors coûts indirects du promoteur ; l'édition 2026 a été publiée le 23 avril 2026 et ses tableaux sont réservés aux abonnés (Altus Group 2026a). La fourchette relayée publiquement pour une maison unifamiliale à Montréal, sous-sol non fini et hors terrain, est de 155 à 215 \$/pi^2, soit environ 1 670 à 2 310 \$/m^2 ; cette fourchette provient d'une source secondaire et doit être tenue pour partiellement vérifiée tant que le guide lui-même n'a pas été consulté. Le *Residential Cost Handbook* de Marshall & Swift, édité par CoreLogic, propose des coûts par classe de qualité et des multiplicateurs locaux et temporels, y compris pour les villes canadiennes (Marshall & Swift 2025). Les données RSMeans de Gordian, d'origine américaine, offrent des prix unitaires détaillés par poste et des indices de coûts par ville, dont Montréal (RSMeans 2025). Ces trois sources sont protégées par le droit d'auteur : l'évaluateur qui les utilise doit détenir une licence, citer la source, l'édition et la page, et ne pas reproduire les tableaux dans son rapport au-delà des valeurs ponctuelles nécessaires ; le présent ouvrage se conforme à la même règle et n'en reproduit aucun extrait. Leur principale limite au Québec est le multiplicateur régional, calibré sur Montréal et extrapolé ailleurs, et le décalage entre leur date de publication et la date d'évaluation, qu'il faut combler par l'IPCB.

21.5.3 Les soumissions, les constructeurs et le cadre de la construction

La source la plus directe reste le marché de la construction lui-même : soumissions d'entrepreneurs pour des maisons comparables, contrats récents, prix affichés par les constructeurs de maisons neuves dans les projets de la région, décomposés entre terrain et bâtiment. Ces données sont précieuses parce qu'elles incorporent les conditions locales, la conjoncture et l'incitatif réel ; elles sont délicates parce qu'elles sont hétérogènes, souvent confidentielles et parfois stratégiques. Il faut vérifier ce que chaque prix inclut : taxes, terrain, aména-

gements, sous-sol, extras, financement. Les taux de main-d'œuvre, eux, sont publics : les conventions collectives de l'industrie de la construction fixent les salaires par métier et par secteur, et la convention 2025-2029 prévoit des hausses de 8 %, 5 %, 5 % et 4 % sur quatre ans (Commission de la construction du Québec 2026), ce qui est l'un des moteurs de la progression de l'IPCB. Le cadre réglementaire de la construction résidentielle, résumé dans l'encadré ci-dessous, influe directement sur le coût de remplacement : licence obligatoire des entrepreneurs, garantie des bâtiments neufs, Code de construction et taxes de vente sont autant de postes ou de contraintes qui n'existaient pas, ou pas sous cette forme, lorsque les maisons anciennes ont été bâties.

Le cadre québécois de la construction résidentielle et ses incidences sur le coût neuf

Licence d'entrepreneur. Nul ne peut agir comme entrepreneur de construction sans une licence de la Régie du bâtiment du Québec (Québec 1985b, art. 46) ; le particulier qui construit sa propre maison unifamiliale pour son usage personnel en est dispensé, sauf pour le gaz, le pétrole et l'électricité (Québec 1985b, art. 49). Les catégories de licence (entrepreneur général, spécialisé, constructeur-propriétaire) sont décrites par la RBQ (Régie du bâtiment du Québec 2026d). Un coût neuf fondé sur l'autoconstruction n'est pas un coût de marché.

Garantie des bâtiments résidentiels neufs. Le plan de garantie administré par Garantie de construction résidentielle (GCR) est obligatoire pour les maisons unifamiliales isolées, jumelées ou en rangée, les duplex à quintuplex et certaines copropriétés (Québec 1998, art. 2) ; il couvre les malfaçons non apparentes pendant un an, les vices cachés pendant trois ans et les vices de conception ou du sol pendant cinq ans, avec un plafond de 300 000 $ par unifamiliale (Québec 1998, art. 10 et 13). La prime d'adhésion et les frais d'enregistrement du constructeur sont un coût indirect de toute habitation neuve vendue par un entrepreneur accrédité (Garantie de construction résidentielle 2026c).

Code de construction. Le chapitre I du Code de construction est fondé sur le Code national du bâtiment 2020 modifié pour le Québec, en vigueur depuis le 17 avril 2025, avec une période transitoire qui permet d'appliquer les dispositions antérieures aux travaux commencés avant le 17 octobre 2027 (Québec 2022). Chaque mise à jour du Code hausse le coût de remplacement sans modifier le bâtiment existant ; l'écart est une désuétude fonctionnelle à traiter au chapitre 24, non un défaut du coût neuf.

Taxes de vente. La vente d'une habitation neuve par un constructeur est assujettie à la TPS et à la TVQ, alors que la revente d'une habitation usagée en est en règle générale exonérée ; des remboursements partiels existent pour les habitations neuves. Selon le guide RC4028 de l'Agence du revenu du Canada (Agence du revenu du Canada 2026), le remboursement fédéral pour une maison construite par son propriétaire diminue à partir d'un certain prix et devient nul lorsque la juste valeur marchande atteint 450 000 $; un remboursement distinct pour les acheteurs d'une première habitation s'applique aux constructions commencées à compter du 20 mars 2025, à hauteur de la totalité de la TPS jusqu'à une valeur de 1 000 000 $ et de façon dégressive jusqu'à 1 500 000 $. Les paramètres du remboursement de la TVQ n'ont pas pu être vérifiés sur une source primaire à la date de rédaction et sont signalés comme tels dans le registre de vérification du chapitre. Pour l'évaluateur, la règle est simple : déclarer si le coût

neuf est exprimé taxes comprises ou non, et comparer des grandeurs homogènes. *Main-d'œuvre.* Les salaires de l'industrie sont fixés par les conventions collectives sectorielles administrées par la Commission de la construction du Québec ; les conventions 2025-2029 des secteurs institutionnel-commercial, industriel et génie civil prévoient des hausses annuelles de 8, 5, 5 et 4 % ; le secteur résidentiel, celui des maisons et des petits immeubles, a obtenu 8 % au 27 juillet 2025, les majorations suivantes relevant de l'arbitrage (chapitre 23) (Commission de la construction du Québec 2026 ; Commission de la construction du Québec 2025).

21.5.4 Le Manuel d'évaluation foncière et le rôle

Pour l'évaluation foncière municipale, la source de coûts est le Manuel d'évaluation foncière du Québec (MEFQ), dont la partie 3E « Coût » contient les barèmes de coûts unitaires que l'évaluateur municipal doit appliquer, conformément au Règlement sur le rôle d'évaluation foncière qui rend obligatoires les consignes du Manuel (Québec 1994, art. 1 et 2). L'édition 2026 du Manuel s'applique aux rôles entrant en vigueur le 1er janvier 2027 (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026). Ses barèmes sont librement consultables mais protégés par le droit d'auteur du gouvernement du Québec, sans licence ouverte ; ils ne sont donc ni reproduits ni paraphrasés dans leurs valeurs ici. Ce qu'il faut en retenir pour la pratique privée tient en trois points, développés dans l'encadré qui suit : les barèmes expriment un coût de remplacement à une date de référence qui est celle du rôle, non la date d'une évaluation privée ; ils reposent sur des conventions de mesure propres (aire au sol, aire des étages, mesures brutes à la face externe des murs) ; et ils sont conçus pour l'évaluation de masse, c'est-à-dire pour produire une valeur équitable au sein d'un ensemble, non la meilleure estimation pour un immeuble isolé.

Le coût neuf au rôle d'évaluation foncière

Le rôle indique la valeur réelle de chaque unité d'évaluation (Québec 1979b, art. 42 et 43), établie selon l'état de l'unité et les conditions du marché au 1er juillet du deuxième exercice précédant l'entrée en vigueur du rôle (Québec 1979b, art. 46) ; pour le rôle 2027-2029 de Gatineau, cette date de référence est le 1er juillet 2025. L'évaluateur municipal applique « la méthode la plus pertinente ou les méthodes les plus pertinentes » parmi la comparaison (partie 3C du Manuel), le revenu (3D) et le coût (3E), puis concilie les indications (3F) (Québec 1994, art. 8 et 9). Pour la très grande majorité des résidences, le coût constitue la méthode de base de la valeur du bâtiment, que l'on corrige ensuite par l'analyse du marché. Trois conséquences pour l'évaluateur privé qui lit un rôle : la valeur du bâtiment qui y figure est un coût de remplacement déprécié calibré à la date de référence du rôle et non à la date d'évaluation ; les superficies du dossier de propriété sont des aires brutes mesurées à la face externe des murs, un étage étant compté lorsque son plancher n'est pas plus bas que 0,4 mètre sous le niveau moyen du sol, ce qui diffère des superficies habitables des fiches de courtage (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026) ; et la valeur au rôle n'est pas une valeur marchande à la date d'évaluation, même si elle en est, dans l'ensemble, une proportion médiane connue (chapitre 9). Les données ouvertes du rôle permettent, en respectant la licence CC-BY

4.0 et l'interdiction de réidentification, d'analyser la répartition terrain-bâtiment à l'échelle d'un quartier (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a).

21.6 Exemple intégral : le coût neuf du sujet du cas 1

Données synthétiques

Le sujet est la maison fictive du premier dossier de cas : un cottage à étages de 165 m² habitables sur un terrain de 620 m², construit en 1998 dans le secteur Hull de Gatineau, de qualité moyenne (classe 3 sur 5), avec garage simple, sous-sol fini, quatre chambres et deux salles de bain, évalué au 1er septembre 2026 (`data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json`). Son devis par composantes, `data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv`, compte 38 postes (33 directs, 5 indirects) dont les quantités sont cohérentes avec une empreinte de 95 m² sur deux étages et dont les prix unitaires ont été mis à l'échelle de sorte que le coût direct et indirect par mètre carré habitable corresponde au milieu de la fourchette Altus 2026 pour Montréal (155-215 $/pi², converti en $/m²) majoré de 10 % pour le sous-sol fini et les aménagements, hypothèse pédagogique documentée dans `data/synthetic/README.md` et `calibration.json` (`SRC-E-043`). Le devis est généré par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine 20261031 ; aucun de ses chiffres ne décrit une propriété ou un entrepreneur réel. Tous les résultats de cette section sont imprimés par `analysis/python/cases/ch21_cout_neuf.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch21.py`.

Exemple 21.1 : Coût de remplacement neuf d'un cottage de 165 m² à Hull

L'estimation procède en six étapes : regroupement du devis par corps de métier, séparation des coûts directs et indirects, choix et application de l'incitatif, calcul des coûts unitaires, comparaison avec un barème externe et mise en perspective temporelle par l'IPCB.

Étape 1 : le devis par corps de métier. Les 38 postes sont regroupés en six corps de métier pour les coûts directs et un bloc pour les indirects (tableau 21.5). L'enveloppe (couverture, revêtement de brique et de fibrociment, isolation, fenêtres, portes, gouttières) et la finition intérieure (gypse, peinture, planchers, escaliers, portes intérieures, armoires, vanités) sont les deux blocs les plus lourds, avec respectivement 70 351 $ et 67 092 $, soit 19,5 % et 18,6 % du sous-total directs et indirects ; la structure et la charpente comptent pour 53 852 $ (14,9 %), la mécanique et l'électricité pour 51 105 $ (14,1 %), les fondations et le site pour 39 818 $ (11,0 %) et les aménagements extérieurs pour 16 608 $ (4,6 %). Le poste individuel le plus élevé est la charpente des murs et planchers (39 359 $), suivi de la supervision du chantier (35 709 $) et du revêtement extérieur (28 625 $).

Étape 2 : directs et indirects. Les 33 postes directs totalisent $D = 298\,826{,}17$ $ et les 5 postes indirects (permis et études, supervision de chantier, assurances et cautionnement,

plans et honoraires, financement intérimaire) $I = 62\,598{,}68\,\$$, soit un sous-total $D + I = 361\,424{,}85\,\$$. Le taux d'indirects implicite est $\tau_I = I/D = 20{,}95\,\%$ des directs, ou 17,32 % du sous-total. Ce taux est élevé au regard des fourchettes usuelles parce que le devis classe la supervision du chantier, 26 semaines de salaires, parmi les indirects ; si on la reclassait dans les frais généraux de chantier, donc dans les directs, le taux tomberait à 8,04 % sans que le sous-total change. L'exercice 21.5 explore les conséquences de ce reclassement.

Étape 3 : l'incitatif. Le devis ne contient aucune rémunération pour le promoteur ou l'entrepreneur général qui coordonne et porte le risque du projet ; les prix unitaires sont des prix de sous-traitants installés, marge des métiers comprise. Un incitatif doit donc être ajouté. Faute d'une extraction du marché de Gatineau, qui serait la méthode correcte dans un mandat réel (différence entre les prix de vente de maisons neuves comparables et la somme de leurs coûts et du terrain), le chapitre retient un taux de 10 % appliqué à l'assiette directs plus indirects, conformément à la convention de l'ouvrage. Ce taux est une hypothèse pédagogique, située au centre d'une fourchette de 5 à 15 % explorée dans l'analyse de sensibilité ; il correspond à une construction sur commande, de taille modeste, de courte durée et sans risque de mévente, pour laquelle le risque porté est faible. L'incitatif vaut $E = 0{,}10 \times 361\,424{,}85\,\$ = 36\,142{,}49\,\$$ et le coût neuf

$$C_N = D\,(1 + \tau_I)(1 + \tau_E) = 298\,826{,}17\,\$ \times 1{,}2095 \times 1{,}10 = 397\,567{,}33\,\$, \tag{21.11}$$

arrondi à 398 000 $ dans les conclusions. Les parts sont de 75,2 % pour les directs, 15,7 % pour les indirects et 9,1 % pour l'incitatif. Sous la convention d'assiette limitée aux directs, l'incitatif ne serait que de 29 882,62 $ et le coût neuf de 391 307,47 $, soit 6 259,87 $ de moins (1,6 %) : c'est l'écart $D\,\tau_I\,\tau_E$ de la section 21.3.

Étape 4 : coûts unitaires. Rapporté à la superficie habitable de 165 m² (1 776 pi²), le coût neuf vaut 2 409 $/m², soit 223,8 $/pi². Rapporté à l'aire brute des étages, estimée à $2 \times 95\ \text{m}^2 = 190\ \text{m}^2$ (2 045 pi²) en prenant l'aire de la dalle du sous-sol comme empreinte, il vaut 2 092 $/m², soit 194,4 $/pi². Le même coût s'exprime donc par deux coûts unitaires qui diffèrent de 15 % selon la convention de superficie : c'est la première leçon de l'exemple.

Étape 5 : comparaison avec le barème externe. La fourchette Altus 2026 relayée pour une maison unifamiliale à Montréal, 155 à 215 $/pi² hors terrain et sous-sol non fini, appliquée à l'aire brute de 2 045 pi², donne un intervalle de 316 997 $ à 439 705 $, de milieu 378 351 $. Le coût neuf de 397 567 $ s'y inscrit, 5 % au-dessus du milieu, ce qui est cohérent avec un sous-sol fini, un garage, des aménagements extérieurs et un incitatif que la fourchette du guide n'inclut pas nécessairement. Appliquée à la superficie habitable de 1 776 pi², la même fourchette donnerait 275 287 $ à 381 849 $, et le coût neuf la dépasserait : la comparaison ne vaut que si la base de superficie du guide est connue et respectée. En sens inverse, le coût direct et indirect ramené à l'aire brute, 176,7 $/pi², se situe au tiers inférieur de la fourchette du guide, ce qui est attendu pour une maison de qualité moyenne.

Étape 6 : perspective temporelle. Le devis est exprimé en dollars du troisième trimestre de 2026, ce qui correspond à la date d'évaluation ; aucune indexation n'est nécessaire. À titre d'illustration de l'équation (21.9), le même coût neuf exprimé en dollars du troisième trimestre de 2021, par le ratio 86,3/116,5 de l'indice de la maison individuelle

Tableau 21.5. Devis par composantes du sujet du cas 1 regroupé par corps de métier, et calcul du coût neuf (dollars du T3 2026). Les coûts indirects regroupent cinq postes : permis et études, supervision de chantier, assurances et cautionnement, plans et honoraires professionnels, financement intérimaire.

Bloc	Postes	Montant ($)	Part de $D + I$ (%)
Fondations et site	5	39 818,04	11,0
Structure et charpente	3	53 852,16	14,9
Enveloppe	7	70 350,56	19,5
Finition intérieure	8	67 092,26	18,6
Mécanique et électricité	6	51 105,45	14,1
Aménagements extérieurs	4	16 607,70	4,6
Coûts directs D	33	298 826,17	82,7
Coûts indirects I (cinq postes)	5	62 598,68	17,3
Sous-total $D + I$	38	361 424,85	100,0
Incitatif de l'entrepreneur, 10 % de $D + I$		36 142,49	
Coût neuf C_N		397 567,33	

Source : [données synthétiques] `data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv`, graine 20261031 ; calculs `analysis/python/cases/ch21_cout_neuf.py`.

à Montréal, aurait été de 294 507 $, et en dollars du troisième trimestre de 2019, de 245 366 $: la maison coûte 35 % de plus à construire qu'il y a cinq ans et 62 % de plus qu'il y a sept ans. Inversement, un devis de 290 000 $ daté du troisième trimestre de 2019 vaudrait aujourd'hui 290 000 $ × 116,5/71,9 = 469 889 $. Si l'on avait utilisé par erreur la série des bâtiments non résidentiels, le ratio aurait été de 1,525 au lieu de 1,620, soit une sous-estimation de 5,9 % ; avec la série des tours d'habitation, 1,558 (−3,8 %) ; avec celle des immeubles de moins de cinq étages, 1,671 (+3,2 %).

Le coût neuf de 397 567 $ est le point de départ du chapitre 24, qui en déduira les dépréciations d'un bâtiment de 28 ans, et du chapitre 25, qui estimera la valeur du terrain de 620 m² ; la réconciliation du chapitre 45 rapprochera l'indication par le coût de celles de la comparaison et du modèle hédonique.

21.7 Analyse de sensibilité

Le coût neuf de l'exemple dépend de quatre hypothèses que l'évaluateur contrôle imparfaitement : le taux d'indirects, le taux d'incitatif, la date à laquelle les prix sont exprimés et, lorsqu'un barème unitaire est utilisé, l'élasticité de taille. L'analyse de sensibilité consiste à faire varier chacune dans une plage plausible et à mesurer l'effet sur C_N ; elle ne remplace pas le jugement sur la valeur centrale, mais elle dit où ce jugement compte le plus. Le tableau 21.7 croise le taux d'indirects, de 12 à 27 % des directs, et le taux d'incitatif, de 5 à 15 % de l'assiette directs plus indirects, les coûts directs étant maintenus à leur valeur de devis. Le coût neuf parcourt un intervalle de 351 420 $ à 436 436 $, soit une étendue de 24,2 % autour de la valeur centrale : à devis identique, deux évaluateurs qui retiendraient des conventions raisonnables

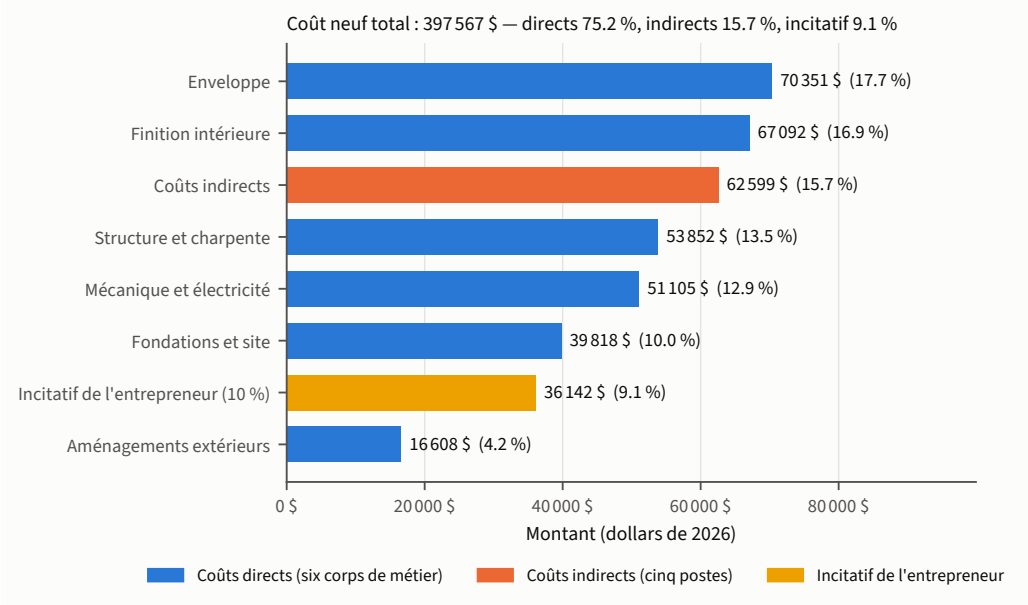


FIGURE 21.3. Décomposition du coût neuf du sujet du cas 1 par corps de métier, coûts indirects et incitatif, triée par montant. L'enveloppe et la finition intérieure représentent ensemble plus du tiers du coût neuf ; les coûts indirects, gonflés par la supervision du chantier, en représentent 15,7 % et l'incitatif 9,1 %.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch21_decomposition.py`, graine 20261031.

TABLEAU 21.6. Coûts unitaires du sujet du cas 1 selon la convention de superficie et la composante retenue, et comparaison avec la fourchette Altus 2026 (Montréal, unifamiliale, hors terrain).

	Habitable (165 m²)		Aire brute (190 m²)	
Composante	$/m²	$/pi²	$/m²	$/pi²
Directs et indirects $D + I$	2 190	203,5	1 902	176,7
Coût neuf C_N (avec incitatif)	2 409	223,8	2 092	194,4
Fourchette Altus 2026 (borne basse)	1 668	155,0	1 668	155,0
Fourchette Altus 2026 (borne haute)	2 314	215,0	2 314	215,0

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch21_cout_neuf.py` ; fourchette Altus telle que relayée (SRC-E-043, partiellement vérifiée) ; conversion 1 m² = 10,7639 pi².

Tableau 21.7. Sensibilité du coût neuf du sujet du cas 1 au taux d'indirects (lignes, en proportion des directs) et au taux d'incitatif (colonnes, en proportion des directs et indirects), en milliers de dollars ; coûts directs fixés à 298 826 $.

Indirects (%)	Incitatif 5 %	8 %	10 %	12 %	15 %
12,0	351,4	361,5	368,2	374,8	384,9
15,0	360,8	371,1	378,0	384,9	395,2
18,0	370,2	380,8	387,9	394,9	405,5
20,9	379,5	390,3	397,6	404,8	415,6
24,0	389,1	400,2	407,6	415,0	426,1
27,0	398,5	409,9	417,5	425,1	436,4

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch21_cout_neuf.py`, fonction `grille_sensibilite` ; la ligne 20,9 % et la colonne 10 % correspondent au cas de base.

mais différentes peuvent s'écarter du quart du coût neuf. Chaque point de taux d'indirects déplace le coût neuf d'environ 3 290 $ et chaque point d'incitatif d'environ 3 610 $; les deux taux ont des effets du même ordre et se combinent multiplicativement.

La figure 21.4 complète la grille par un diagramme en tornade où chaque paramètre varie seul, les autres restant à leur valeur centrale. Le taux d'indirects, déplacé de cinq points de part et d'autre de sa valeur de devis (15,9 à 25,9 %), fait varier le coût neuf de 381 132 $ à 414 003 $, soit une étendue de 8,3 % ; le taux d'incitatif, de 5 à 15 %, le fait varier de 379 496 $ à 415 639 $, soit 9,1 %. Mais c'est la date des prix qui domine : une erreur d'un an sur la période à laquelle les coûts sont exprimés, mesurée par la variation annuelle de 8,6 % de l'IPCB de la maison individuelle entre les troisièmes trimestres de 2025 et de 2026, déplace le coût neuf de 366 171 $ à 431 655 $, une étendue de 16,5 %, presque le double de chacun des deux taux. Dans un marché où les coûts progressent de 6 à 9 % par année, la fraîcheur des prix unitaires est le premier déterminant de la qualité d'un coût neuf, avant toute discussion sur l'incitatif.

L'élasticité de taille n'intervient pas dans le calcul par composantes, mais elle conditionne tout usage du coût unitaire du sujet pour d'autres bâtiments. Le tableau 21.8 transpose le coût unitaire de 2 409 $/m² à une maison de 140 m² et à une maison de 200 m² pour des élasticités de −0,05 à −0,20. Pour la maison de 200 m², le coût total varie de 477 287 $ à 463 711 $ selon l'élasticité, soit un écart de 2,9 % ; pour celle de 140 m², de 340 112 $ à 348 599 $, soit 2,5 %. L'élasticité est donc un paramètre de second ordre tant que la superficie du bâtiment visé reste à moins de 25 % de celle de la référence ; au-delà, l'erreur croît et il vaut mieux changer de référence que d'extrapoler. L'exemple inverse, un barème de 2 300 $/m² établi sur des maisons de 200 m² et appliqué au sujet de 165 m², donne 379 500 $ sans correction et 386 871 $ avec une élasticité de −0,10 : ignorer la correction sous-estime le coût de 1,9 %, un écart modeste mais systématique, toujours dans le même sens pour les bâtiments plus petits que la référence.

Erreurs fréquentes

- *Confondre coût et valeur.* Le coût neuf est un plafond économique, non une estimation de valeur ; sans terrain et sans dépréciation, il ne dit rien du prix probable. Écrire « la maison vaut 398 000 $ » après avoir calculé un coût neuf est une faute de

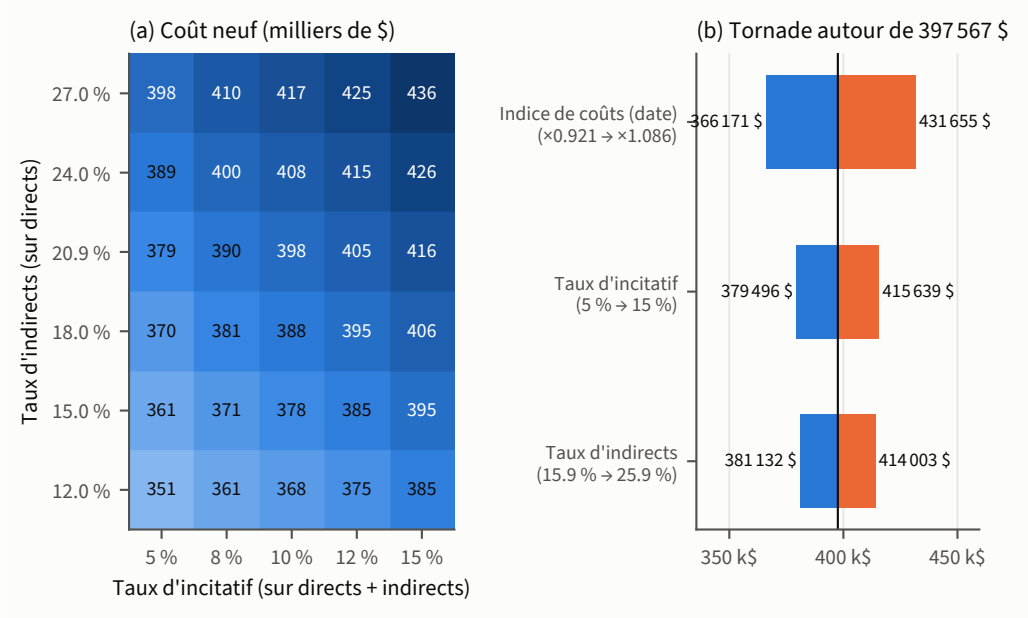


Figure 21.4. Sensibilité du coût neuf du sujet du cas 1 : (a) grille du taux d'indirects et du taux d'incitatif, en milliers de dollars ; (b) tornade où chaque paramètre varie seul autour du cas de base de 397 567 $: la date des prix (une année d'IPCB, ±8,6 %) pèse près de deux fois plus que chacun des deux taux.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch21_sensibilite.py`, graine 20261031 ; variation annuelle de l'IPCB : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01.

Tableau 21.8. Transposition du coût unitaire du sujet (2 409 $/m² pour 165 m²) à d'autres superficies selon l'élasticité de taille (équation (21.6)).

Élasticité ε	$/m², 140 m²	Coût 140 m² ($)	$/m², 200 m²	Coût 200 m² ($)
−0,05	2 429	340 112	2 386	477 287
−0,10	2 449	342 918	2 364	472 718
−0,15	2 470	345 747	2 341	468 193
−0,20	2 490	348 599	2 319	463 711

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch21_cout_neuf.py`, fonction `traite.cout.cout_par_superficie_ajuste`.

raisonnement.
- *Mélanger les conventions de superficie.* Appliquer un coût au pied carré établi sur l'aire brute des étages à une superficie habitable nette, ou l'inverse, fausse le résultat de 10 à 20 % ; l'exemple montre un écart de 15 % entre 194 $/pi^2 et 224 $/pi^2 pour le même bâtiment.
- *Compter deux fois.* Incitatif ajouté à des prix qui incluent déjà la marge de l'entrepreneur général ; supervision dans les indirects et dans les prix composites ; raccordements dans le bâtiment et dans le terrain viabilisé ; améliorations du site dans le coût neuf et évaluées à part.
- *Déduire une surabondance d'un coût de remplacement.* Le coût de remplacement l'a déjà exclue ; la déduire de nouveau en désuétude fonctionnelle viole la proposition 21.1.
- *Indexer avec le mauvais indice.* L'indice des prix à la consommation ne mesure pas les coûts de construction ; l'IPLN mesure un prix de vente terrain compris ; une série non résidentielle sous-estime la hausse résidentielle de 6 % entre 2019 et 2026.
- *Confondre incitatif et profit réalisé.* Le profit constaté sur un projet voisin, qu'il soit nul ou exceptionnel, n'est pas l'incitatif requis par le marché ; celui-ci se mesure sur plusieurs projets et s'exprime en proportion d'une assiette déclarée.
- *Prendre le coût au rôle pour un coût à la date d'évaluation.* La valeur du bâtiment au rôle est un coût déprécié à la date de référence du rôle (le 1er juillet 2025 pour le rôle 2027-2029 de Gatineau), parfois trois ans avant l'évaluation.

Limites et mises en garde

- Le devis du cas 1 est synthétique ; ses quantités sont vraisemblables et ses prix unitaires calibrés sur une fourchette publique, mais aucun chiffre ne provient d'un chantier réel. La fourchette Altus 2026 pour Montréal (155-215 $/pi^2) est connue par une source secondaire et n'a pas été vérifiée dans le guide lui-même (`SRC-E-043`, statut partiellement vérifié) ; la fourchette 2025 relayée ailleurs (150-215 $/pi^2) n'a pas été vérifiée.
- Le taux d'incitatif de 10 % est une hypothèse pédagogique, non une extraction du marché de Gatineau ; dans un mandat réel il doit être justifié par des données de projets comparables.
- Les séries résidentielles de l'IPCB pour Montréal ne commencent qu'en 2017 ; aucun indice public ne permet d'indexer directement un coût résidentiel montréalais de 1998, et l'IPCB ne couvre pas Gatineau et ne couvre Québec que depuis 2023 (chapitre 23).
- Le contenu détaillé des barèmes 3E du Manuel d'évaluation foncière et des classes de bâtiments n'a pas été dépouillé ; le chapitre renvoie au Manuel sans en reproduire les valeurs (droit d'auteur, absence de licence ouverte). Le pied de page des pages de normes de mesurage consultées porte la mention « 2022 » dans le PDF de l'édition 2026.
- Les paramètres du remboursement de la TVQ pour habitation neuve n'ont pas pu être vérifiés sur le site de Revenu Québec (accès refusé le 31 octobre 2026) ; seuls les paramètres fédéraux lus dans le guide RC4028 sont cités. Les hausses salariales 2025-2029 de la construction (8, 5, 5, 4 %) sont relayées par Altus et la page de la

CCQ n'a pas été reconsultée dans ce lot.
- L'aire brute des étages du sujet (190 m²) est déduite de l'aire de la dalle du sous-sol du devis, non d'un plan ; c'est une hypothèse de l'exemple.

À retenir

- La méthode du coût estime $\hat{V} = V_L + C_N - D_{\text{phys}} - D_{\text{fonc}} - D_{\text{ext}}$; elle est pertinente pour le neuf, l'atypique, l'assurance et le rôle, et devient un simple contrôle de vraisemblance pour les bâtiments anciens où la dépréciation domine.
- Le coût de reproduction chiffre une réplique, le coût de remplacement un équivalent moderne ; le second est la base par défaut, et le choix de la base détermine ce qui reste à déduire en désuétude fonctionnelle.
- $C_N = D(1 + \tau_I)(1 + \tau_E)$ avec l'incitatif sur directs plus indirects ; l'assiette doit être déclarée et les doubles comptages traqués poste par poste.
- Comparaison unitaire, composantes, métré et indexation forment une hiérarchie de précision ; le coût unitaire exige une convention de superficie et une base explicites ; l'élasticité de taille vaut la moitié de la part des coûts liés au périmètre, changée de signe.
- L'IPCB de Statistique Canada (18-10-0289-01) est la source publique d'indexation ; les guides Altus, Marshall & Swift et RSMeans sont des sources sous licence à citer sans reproduire ; le MEFQ fixe la méthode et les mesures du rôle.
- Pour le sujet du cas 1, $C_N = 397\,567$ $ (2 409 $/m² habitables, 194 $/pi^2 bruts) ; la date des prix pèse deux fois plus que les taux d'indirects ou d'incitatif dans l'incertitude du résultat.

Exercices

Exercice 21.1 — Conventions d'assiette ★

Les coûts directs d'une maison neuve s'élèvent à 250 000 $. Le taux d'indirects est de 15 % des directs et le taux d'incitatif de 10 %. Calculez le coût neuf selon la convention où l'incitatif s'applique aux directs et indirects, puis selon celle où il s'applique aux seuls directs. Montrez que l'écart est égal à $D\,\tau_I\,\tau_E$ et donnez les parts de chaque composante dans le coût neuf sous la première convention.

Exercice 21.2 — Indexation par l'IPCB ★

Un contrat de construction d'une maison individuelle à Montréal, signé au troisième trimestre de 2021, s'élevait à 310 000 $ (directs et indirects, sans incitatif). À l'aide des valeurs du tableau 21.4, exprimez ce coût en dollars du troisième trimestre de 2026 avec la série « maison individuelle », puis avec la série « bâtiments non résidentiels ». Commentez l'écart et expliquez pourquoi le résultat est un coût de reproduction plutôt

qu'un coût de remplacement.

Exercice 21.3 — Reproduction, remplacement et désuétude ★★

Une maison de 1925 a un coût de reproduction de 520 000 $, dont 40 000 $ pour des éléments surabondants (plâtre sur lattes, deux foyers de maçonnerie massive) que le marché ne paie pas ; son coût de remplacement est de 480 000 $. La dépréciation physique est de 30 % et l'excès de coûts d'exploitation imputable aux éléments surabondants, capitalisé, vaut 12 000 $. Le terrain vaut 150 000 $. Calculez l'indication de valeur sous les deux bases en appliquant la proposition 21.1, puis montrez l'erreur commise si l'on déduisait 40 000 $ de désuétude fonctionnelle à partir du coût de remplacement.

Exercice 21.4 — Comparaison unitaire et élasticité de taille ★★

Convertissez la fourchette Altus 2026 de 155 à 215 $/pi^2 en dollars par mètre carré et calculez le coût unitaire du milieu de fourchette. Appliquez ce coût unitaire à une maison dont l'aire brute des étages est de 210 m^2, sachant que la fourchette est réputée établie sur des maisons d'environ 190 m^2 et que l'élasticité de taille est de $-0{,}10$. Comparez au résultat sans correction de taille et indiquez ce que la fourchette n'inclut pas.

Exercice 21.5 — Reclasser la supervision de chantier ★★

Dans le devis du cas 1, la supervision du chantier (35 708,66 $) est classée parmi les coûts indirects. Reclassez-la dans les coûts directs et recalculez le taux d'indirects, le sous-total $D + I$, l'incitatif et le coût neuf sous chacune des deux conventions d'assiette. Expliquez pourquoi le coût neuf est inchangé sous l'une et modifié sous l'autre, et ce que cela implique pour la mesure d'un taux d'indirects « de marché ».

Exercice 21.6 — Géométrie et économies d'échelle ★★★

Un cottage a une empreinte de 95 m^2. Les coûts proportionnels à l'aire de plancher s'élèvent à 1 500 $/m^2 et les coûts proportionnels au périmètre (fondations, murs extérieurs, revêtement, isolation) à 900 $/m linéaire. Pour une empreinte carrée puis pour une empreinte rectangulaire de proportion 1 : 2, calculez le périmètre, la part des coûts liés au périmètre, l'élasticité de taille selon la proposition 21.2 et le coût unitaire. Déduisez-en l'effet de la forme sur le coût unitaire et discutez la validité de l'élasticité constante de l'équation (21.6) lorsque l'aire double.

Exercice 21.7 — Valeur assurable et indication par le coût ★★★

Un contrat d'assurance habitation couvre la reconstruction du bâtiment à l'exclusion de l'excavation, des fondations, de la dalle, du drain, des raccordements aux services et des aménagements extérieurs. À partir du devis du cas 1 (tableau 21.5), estimez la valeur assurable en conservant le taux d'indirects du devis et l'incitatif de 10 % sur directs plus indirects, et justifiez le maintien de ces deux éléments. Puis, avec une valeur de terrain de 180 000 $ et une dépréciation totale de 35 % du coût neuf, calculez l'indication de valeur par le coût. Expliquez pourquoi les deux montants répondent à des questions différentes et pourquoi ni l'un ni l'autre ne peut être qualifié de « valeur marchande » sans réconciliation.

Pour aller plus loin

Le traitement de référence de la méthode du coût en Amérique du Nord demeure celui de Appraisal Institute (2026), dont les chapitres consacrés au coût neuf, aux sources de coûts et à l'incitatif de l'entrepreneur fixent la terminologie reprise ici ; l'édition canadienne de UBC Real Estate Division (2010) adapte la présentation au contexte des provinces et le glossaire de Appraisal Institute (2022) fixe les définitions. Bowes (2011) offre la défense la plus argumentée de la méthode face à son déclin dans la pratique, en montrant comment une dépréciation extraite du marché transforme le coût en véritable indicateur de valeur ; sa lecture prépare le chapitre 24. Pour la tradition britannique, Wyatt (2022) et Scarrett et Osborn (2014) exposent la méthode de l'entrepreneur avec une clarté pédagogique et insistent sur ses conditions d'application restreintes, tandis que Baum (1991) propose la taxonomie des désuétudes qui éclaire le lien entre base de coût et obsolescence. Du côté de l'économie, Davis et Heathcote (2007) et Clapp et Salavei (2010) rappellent que la décomposition terrain-bâtiment est un objet d'inférence et non une donnée, et que la méthode du coût se dégrade là où le terrain domine ; Geltner et al. (2014) développent la logique du profit du promoteur et des coûts financiers dans l'analyse de développement, utile pour calibrer un incitatif. Enfin, la terminologie française de la méthode se trouve chez Achour (1992), et la méthodologie de l'IPCB est documentée par Statistique Canada (2026e).

22

Métrés et quantités

Le chapitre 21 a établi que le coût neuf d'un bâtiment se calcule, dans sa forme la plus rigoureuse, comme une somme de quantités multipliées par des prix unitaires. Il a laissé ouverte la question qui fait l'objet du présent chapitre : d'où viennent ces quantités, comment les mesure-t-on, et comment l'évaluateur, qui n'est ni architecte ni estimateur de chantier, peut-il s'assurer qu'un devis de trente-huit postes décrit bien le bâtiment qu'il a devant lui ? Le métré, c'est-à-dire le relevé méthodique des quantités d'ouvrage à partir des plans, est le métier des économistes en construction et des estimateurs ; l'évaluateur ne le pratique pas pour produire un prix de soumission, mais il doit en connaître les règles pour trois raisons. Il doit pouvoir lire un plan et en tirer les dimensions de base dont dépendent toutes les conventions de superficie ; il doit pouvoir vérifier, par quelques règles géométriques simples, qu'un devis qu'on lui remet n'est ni gonflé ni amputé ; et il doit savoir où loge l'incertitude d'un coût neuf, dans les quantités, dans les prix ou dans la structure du devis, pour pondérer correctement l'indication de valeur. Le chapitre reprend le devis synthétique du sujet du cas 1, exactement tel que le chapitre 21 l'a utilisé, lui adjoint un plan coté, et conduit un métré de contrôle complet ; le chapitre 23 poursuivra avec la construction des prix unitaires et la structure des coûts indirects.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- définir le métré, le bordereau de quantités et le prix unitaire installé, et situer la méthode quantitative dans la hiérarchie des méthodes d'estimation du coût neuf ;
- lire un plan d'architecture résidentiel, en relever les dimensions de base et calculer les superficies selon les conventions du Manuel d'évaluation foncière, du courtage et du métré ;
- appliquer les règles de mesure propres à chaque corps de métier (volumes de terrassement et de béton, surfaces de charpente, d'enveloppe et de finition, longueurs, dénombrements) et en connaître les conventions brutes ou nettes ;
- passer des quantités mesurées aux quantités à commander par les taux de pertes et de chutes, et décomposer un prix unitaire installé en matériaux, main-d'œuvre, équipement et marge ;

- conduire un métré de contrôle d'un devis par composantes, qualifier chaque écart selon une tolérance déclarée et en chiffrer l'effet sur le coût direct et le coût neuf ;
- quantifier la propagation des erreurs de mesure dans un coût neuf et distinguer ce qui relève des quantités, des prix et de la structure du devis.

22.1 Le métré : objet, vocabulaire et place dans la méthode du coût

22.1.1 Mesurer avant de chiffrer

Un coût de construction n'est jamais observé directement : il résulte d'un produit entre une quantité et un prix. La comparaison unitaire du chapitre 21 réduit ce produit à un seul terme, la superficie, multipliée par un coût au mètre carré qui résume tout le reste ; la méthode par composantes le décompose en quelques dizaines de termes ; la méthode quantitative le pousse jusqu'au matériau et à l'heure de travail. À chaque niveau de finesse correspond une opération de mesure, et c'est cette opération que la tradition francophone de la construction nomme le métré. Le mot désigne à la fois l'activité, le relevé des quantités d'ouvrage à partir des plans et des devis descriptifs, et son résultat, le document qui en consigne les quantités poste par poste. Dans l'usage nord-américain, l'équivalent est le *quantity take-off*, et la méthode d'estimation qui en découle est la *quantity survey method* que Appraisal Institute (2026) placent au sommet de la hiérarchie des méthodes de coût, au-dessus de l'*unit-in-place* et de la comparaison unitaire ; le glossaire de Appraisal Institute (2022) fixe ces termes, et Achour (1992) a introduit dans la littérature québécoise d'évaluation la terminologie française que l'on reprend ici.

Définition 22.1 : Métré, bordereau de quantités et prix unitaire installé

Le **métré** est le relevé méthodique, à partir des plans et du devis descriptif, des quantités d'ouvrage nécessaires à la construction d'un bâtiment, chaque ouvrage étant mesuré dans l'unité qui gouverne son coût (mètre cube, mètre carré, mètre linéaire, unité, forfait). Le **bordereau de quantités** (*bill of quantities*) est le document qui consigne ces quantités poste par poste, dans l'ordre des corps de métier, avec leur unité et, lorsqu'il est chiffré, leur prix unitaire et leur montant. Le **prix unitaire installé** (*unit-in-place cost*) d'un poste est le coût, par unité de mesure, de l'ouvrage livré et posé : matériaux, pertes, main-d'œuvre, équipement, frais généraux et marge du corps de métier compris.

La distinction entre le métré de l'estimateur et celui de l'évaluateur mérite d'être posée d'emblée, parce qu'elle détermine le niveau de détail pertinent. L'estimateur d'un entrepreneur général mesure pour soumissionner : il doit connaître le nombre de montants, de feuilles de contreplaqué, de sacs de ciment et d'heures de chaque métier, parce que c'est ce qu'il achètera et paiera ; son erreur se traduit en pertes réelles. L'**économiste en construction** (*quantity surveyor*), profession représentée au Canada par le Canadian Institute of Quantity Surveyors (Canadian Institute of Quantity Surveyors 2026), qui décerne les titres de *Professional Quantity Surveyor* (PQS) et de *Construction Estimator Certified* (CEC), mesure pour conseiller le maître d'ouvrage, contrôler les coûts d'un projet et arbitrer les réclamations. L'évaluateur, lui, mesure pour estimer une valeur : il lui suffit que les quantités

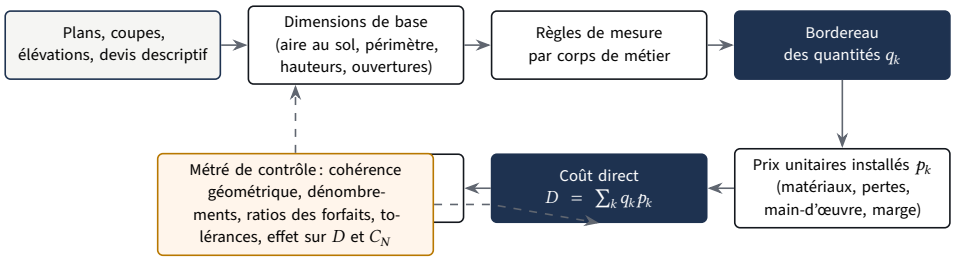


Figure 22.1. Le processus du métré : des plans aux dimensions de base, des dimensions aux quantités par les règles de mesure propres à chaque corps de métier, des quantités au coût direct par les prix unitaires installés. Le métré de contrôle de l'évaluateur (tireté) remonte des quantités vers les dimensions et redescend vers l'effet sur le coût.

Source : schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch22.tex`).

des composantes soient justes à quelques pour cent près, parce que l'incertitude du coût neuf se combine ensuite à celle, bien plus grande, de la dépréciation et de la valeur du terrain. Son métré est donc un **métré de contrôle**, qui porte sur les composantes et non sur les matériaux, et dont la fonction est de détecter les erreurs matérielles d'un devis plutôt que d'en produire un. C'est à ce niveau que se situe le présent chapitre.

22.1.2 Trois classes de postes

Les trente-huit postes du devis du cas 1 (tableau 21.5) ne se mesurent pas tous de la même façon, et la première tâche du métré est de les classer. Les postes **mesurés** ont une quantité continue qui se déduit de la géométrie du bâtiment : un volume d'excavation ou de béton en mètres cubes, une surface de charpente, de toiture, de gypse ou de plancher en mètres carrés, une longueur de drain ou de gouttière en mètres linéaires. Les postes **dénombrés** ont une quantité discrète que l'on compte sur les plans : fenêtres, portes, escaliers, appareils de plomberie, semaines de supervision. Les postes **forfaitaires**, enfin, ne sont pas rattachés à une quantité physique parce que leur coût dépend d'un ensemble de choix (armoires de cuisine, entrée électrique, thermopompe, honoraires) que le devis résume en un montant global ; ils ne se vérifient pas par la géométrie mais par des ratios, par exemple le montant par mètre carré habitable ou la part du coût direct, comparés à des bâtiments semblables. Dans le devis du sujet, les dix-sept postes mesurés représentent 48,2 % du sous-total des directs et des indirects, les sept postes dénombrés 24,9 % et les quatorze forfaits 26,9 % ; autrement dit, la géométrie contrôle directement un peu moins de la moitié du coût, et c'est sur cette moitié que porte l'essentiel du métré de contrôle, le reste relevant du jugement et de la comparaison.

22.1.3 L'ordre des corps de métier et le choix des unités

Un bordereau se lit dans l'ordre d'exécution du chantier, parce que c'est l'ordre dans lequel l'estimateur mesure et dans lequel les sous-traitants soumissionnent : terrassement et excavation, fondations et dalle, drainage, charpente des planchers et des murs, toiture, enveloppe (couverture, revêtement, isolation, portes et fenêtres), cloisons et finitions intérieures (gypse, peinture, planchers, escaliers, portes, armoires), mécanique (plomberie, chauffage, ventilation) et électricité, puis les ouvrages extérieurs et les frais de chantier. Le

regroupement en sept blocs adopté au chapitre 21 (fondations et site, structure et charpente, enveloppe, finition intérieure, mécanique et électricité, aménagements extérieurs, coûts indirects) est une version condensée de cet ordre, et le chapitre le conserve pour que les deux chapitres se répondent chiffre pour chiffre ; les classifications par divisions de travaux des guides de coûts (RSMeans 2025) et de l'IPCB (Statistique Canada 2026e) suivent la même logique.

Le choix de l'unité n'est pas une affaire de commodité : il doit refléter ce qui fait varier le coût du poste. Le béton coûte au mètre cube parce que c'est le volume que la bétonnière livre et que le coffrage, en première approximation, lui est proportionnel ; la toiture coûte au mètre carré de versant parce que les bardeaux et la main-d'œuvre se comptent à la surface réellement couverte, non à la projection horizontale ; le drain coûte au mètre linéaire ; une fenêtre coûte à l'unité parce que sa fabrication et sa pose dépendent davantage de son existence que de sa taille, du moins dans une gamme usuelle. Le tableau 22.1 rassemble, pour chaque corps de métier, l'unité usuelle et la règle de mesure que l'on détaille à la section 22.3.

22.2 Lecture de plans et dimensions de base

22.2.1 Les documents et leurs cotes

Le jeu de plans d'une résidence comprend un plan d'implantation, qui positionne le bâtiment sur le lot et donne les marges de recul et le niveau du sol fini ; un plan par niveau, sous-sol, rez-de-chaussée et étage, qui montre les murs, les cloisons, les ouvertures, les escaliers et l'affectation des pièces ; une ou plusieurs coupes, qui donnent les hauteurs de plancher à plancher, l'épaisseur des planchers, la hauteur des murs de fondation, la profondeur des semelles et la pente du toit ; des élévations, qui montrent les façades, les hauteurs de revêtement et la position des ouvertures ; et des détails de construction. Le devis descriptif, lorsqu'il existe, précise les matériaux et les finis que le plan ne montre pas : type de revêtement, épaisseur d'isolant, essence du plancher. La première habileté du métré est de savoir quelle cote lire et à quel endroit. Les dimensions hors tout d'un plan d'architecte sont presque toujours données à la face externe des murs extérieurs, parce que c'est la cote que l'excavateur et le fondeur utilisent ; les dimensions des pièces, lorsqu'elles sont indiquées, le sont à la face interne des murs finis ; et les longueurs de murs de fondation se calculent à l'axe, parce qu'un mur d'angle ne doit pas être compté deux fois.

22.2.2 Les conventions de superficie

Les conventions de superficie ont été présentées au chapitre 12 du point de vue du mesurage ; elles reviennent ici parce que le métré les produit toutes à partir des mêmes dimensions de base et que le choix de l'une ou de l'autre change le coût unitaire d'un même bâtiment d'un tiers. Le Manuel d'évaluation foncière du Québec définit, au bloc 07 des dossiers de propriété des bâtiments résidentiels, quatre grandeurs : l'aire au sol, « surface brute totale que contiendrait la projection au sol de tous les étages et sous-sols du bâtiment » ; le périmètre au sol ; l'aire des étages, « somme des aires de chacun des étages du bâtiment, ce qui exclut l'aire de toute mezzanine ou attique » ; et le périmètre des étages. Ces mesures sont brutes, prises à la face externe des murs ; un niveau est compté comme un étage « lorsque son plancher n'est pas plus bas que 0,4 mètre sous le niveau moyen du sol » ; les murs mitoyens sont exclus du périmètre ; un garage intégré et une verrière intégrée font partie de

Tableau 22.1. Unités de mesure et règles de mesure usuelles par corps de métier dans un devis résidentiel par composantes.

Corps de métier	Unité	Règle de mesure	Convention à déclarer
Excavation et remblai	m^3	volume du prisme excavé : fond à l'aire au sol plus dégagement, talus selon la nature du sol, profondeur jusqu'au dessous des semelles ; tranchées des services	dégagement, pente des talus, foisonnement exclu ou inclus
Fondations (semelles, murs)	m^3	longueur à l'axe × hauteur × épaisseur des murs ; longueur × section des semelles ; semelles isolées à l'unité	axe ou face externe ; murs hors gel des annexes
Dalle	m^2	aire de la dalle coulée (nette) ou aire au sol brute si le prix unitaire est calibré ainsi	brute ou nette
Drain, imperméabilisation	m lin.	périmètre à la face externe des semelles, raccords compris	raccords au puisard
Charpente (planchers, murs)	m^2	aire des planchers ossaturés + aire des murs (périmètre × hauteur par étage) nette ou brute d'ouvertures	ouvertures déduites ou non ; cloisons incluses ou non
Fermes et toiture	m^2	projection horizontale, débords compris (fermes) ; projection × facteur de pente (couverture)	pente, débords, faîtages et noues
Revêtement extérieur	m^2	périmètre × hauteur revêtue + pignons ; ouvertures souvent non déduites en compensation des retours	brut ou net
Isolation, pare-vapeur	m^2	toutes les surfaces de l'enveloppe thermique : murs nets, plafond, murs de fondation, séparation garage, solives de rive	périmètre de l'enveloppe chauffée
Portes, fenêtres	unité	dénombrement sur plan et élévations, par type	dimensions moyennes pour les déductions
Gypse, peinture	m^2	plafonds des pièces finies + murs (périmètre des pièces × hauteur) − ouvertures ; cloisons comptées sur deux faces	espaces finis ; déduction des ouvertures
Planchers finis	m^2	aire nette des pièces par type de fini	brute ou nette ; placards
Plomberie	appareil	dénombrement des appareils et des raccords	ce qu'un « appareil » recouvre
Électricité, chauffage, ventilation	forfait	non mesurables : contrôle par ratios (par m^2, par logement)	contenu du forfait
Ouvrages extérieurs	m^2, m lin., forfait	aires du balcon, de l'entrée ; longueurs de clôture	inclus dans le bâtiment ou évalués à part

Source : synthèse de l'auteur d'après la pratique du métré par composantes (Appraisal Institute 2026 ; RSMeans 2025) et le devis synthétique du cas 1.

l'étage (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* 2026). La **superficie habitable** des fiches de courtage, elle, n'a pas de définition réglementaire unique ; l'usage le plus répandu la prend à la face externe des murs mais exclut le garage et le sous-sol. L'**aire nette intérieure**, enfin, est la somme des aires des pièces mesurées à la face interne des murs et des cloisons, trémies d'escalier déduites ; c'est celle que mesure le métré des finitions.

Pour un bâtiment à deux étages hors sol d'aire au sol A_0, de garage intégré d'aire brute G, dont les murs extérieurs ont une épaisseur t et les cloisons une longueur totale ℓ et une épaisseur t_c, ces conventions se relient par des identités que l'on vérifie sur le sujet :

$$A_{\text{ét}} = 2A_0, \qquad A_{\text{hab}} = A_{\text{ét}} - G, \qquad A_{\text{nette}} \approx A_{\text{hab}} - t\,P_{\text{int}} - t_c\,\ell - A_{\text{trémie}}, \tag{22.1}$$

où P_{int} est la longueur des murs extérieurs qui bordent les espaces habitables, cumulée sur les deux étages, et $A_{\text{trémie}}$ l'aire de la trémie d'escalier à l'étage. L'approximation tient à ce que les angles sont comptés deux fois dans le produit $t\,P_{\text{int}}$; le calcul exact pièce par pièce, que fait le script du chapitre, lève cette approximation. Il en résulte que l'aire nette représente typiquement 80 à 85 % de la superficie habitable et 70 à 75 % de l'aire des étages du Manuel, proportions dont la section 22.5 donne les valeurs exactes pour le sujet.

La forme du bâtiment intervient par le périmètre, et une propriété élémentaire mais souvent oubliée simplifie le métré des cottages à garage intégré en coin, dont le plan est une forme en L.

Proposition 22.1 : Périmètre d'une forme en L

Soit un rectangle de côtés L et W dans lequel on découpe, dans un coin, un rectangle de côtés $g_x \le L$ et $g_y \le W$. Le périmètre de la forme en L qui en résulte est égal à celui du rectangle entier, $P = 2(L + W)$, quelles que soient les dimensions du coin découpé.

Démonstration. Parcourons la forme en L à partir du coin opposé au découpage : deux côtés entiers L et W, puis les deux côtés amputés $L - g_x$ et $W - g_y$, puis les deux côtés du rentrant g_x et g_y. La somme vaut $L + W + (L - g_x) + (W - g_y) + g_x + g_y = 2(L + W)$. □

La proposition signifie que, pour un cottage dont le garage occupe un coin de l'empreinte au niveau du sol et dont le sous-sol ne s'étend que sous la partie habitable, le périmètre des murs de fondation du sous-sol est le même que celui de l'empreinte entière : les deux murs intérieurs du rentrant, qui séparent le sous-sol du remblai sous le garage, remplacent exactement les deux segments de façade manquants.

22.2.3 Le sujet du cas 1 : plan coté et dimensions de base

Le sujet est un cottage à deux étages de 12,00 m de façade sur 7,92 m de profondeur, mesuré à la face externe des murs, soit une aire au sol de 95,04 m² et un périmètre au sol de 39,84 m. Un garage simple intégré de 3,96 m sur 6,30 m occupe le coin avant gauche du rez-de-chaussée ; il repose sur une dalle sur sol et des murs hors gel, de sorte que le sous-sol, d'aire brute 70,09 m², ne s'étend que sous la partie habitable, en forme de L. Le toit à deux versants a une pente de 6:12 et des débords de 0,40 m ; les murs extérieurs ont une épaisseur finie de 0,30 m, la séparation entre le garage et la maison 0,15 m, les cloisons 0,10 m ; les

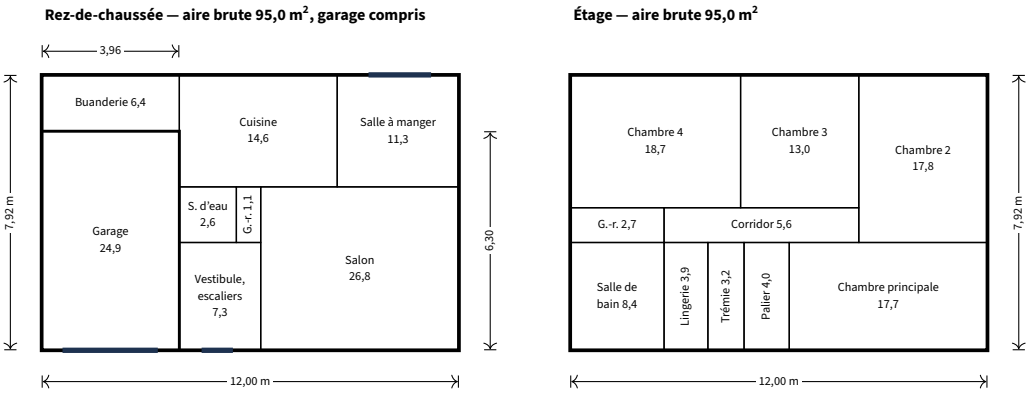


Figure 22.2. Plan coté du sujet du cas 1 (données synthétiques) : rez-de-chaussée avec garage intégré en coin et étage ; cotes à la face externe des murs, aires brutes des pièces en mètres carrés (limites de pièces à l'axe des cloisons). La façade est en bas ; les traits épais colorés marquent la porte de garage, l'entrée principale et la porte-patio. Le sous-sol occupe la partie en L sous les espaces habitables (70,1 m²).

Source : [données synthétiques] schéma de l'auteur (TikZ) d'après les coordonnées du dictionnaire `PIECES` de `analysis/python/cases/ch22_metre.py`, graine 20261031.

murs de fondation, de 0,25 m d'épaisseur et de 2,44 m de hauteur, reposent sur des semelles de 0,60 m sur 0,30 m ; la hauteur de plancher à plancher est de 2,75 m et celle des murs d'ossature de 2,44 m. La figure 22.2 donne le plan du rez-de-chaussée et de l'étage avec l'aire brute de chaque pièce, et la figure 22.3 la coupe transversale avec les hauteurs et le prisme d'excavation. Toutes ces dimensions sont des hypothèses du dossier synthétique, choisies pour être cohérentes avec les quantités du devis du chapitre 21 ; elles sont consignées dans le dictionnaire `PLAN` du script `analysis/python/cases/ch22_metre.py`, qui en déduit tout ce qui suit.

Le tableau 22.2 rassemble les dimensions de base et les superficies du sujet selon les conventions. L'aire des étages au sens du Manuel est de 190,08 m² (2 046 pi²) et son périmètre des étages de 79,68 m ; la superficie habitable, brute hors garage, est de 165,13 m² (1 777 pi²), ce qui est la valeur de 165 m² du dossier du sujet ; l'aire nette intérieure des espaces habitables hors sol, pièce par pièce, est de 135,37 m², soit 58,56 au rez-de-chaussée et 76,81 à l'étage après déduction de la trémie de 2,45 m². La superficie habitable représente 86,9 % de l'aire des étages ; l'aire nette, 82,0 % de la superficie habitable et 71,2 % de l'aire des étages. Le même coût neuf de 397 567 $ du chapitre 21 s'exprime donc par 2 092 $/m² à l'aire des étages, 2 408 $/m² à la superficie habitable et 2 937 $/m² à l'aire nette : trois coûts unitaires qui diffèrent de 40 % entre les extrêmes pour un seul et même bâtiment. C'est la raison pour laquelle le métré commence toujours par déclarer sa convention.

22.3 Règles de mesure par corps de métier

Les règles qui suivent sont celles d'un métré de composantes, c'est-à-dire d'un niveau de détail où chaque poste est une surface, un volume ou une longueur d'ouvrage fini, et non une liste de matériaux. Chacune est énoncée, justifiée et appliquée au sujet ; les quantités obtenues sont confrontées au devis à la section 22.5.

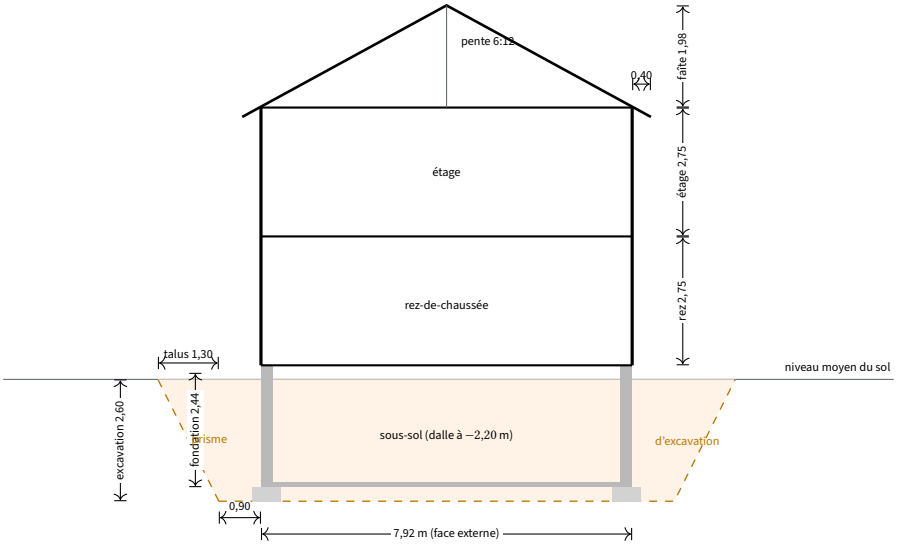


Figure 22.3. Coupe transversale schématique du sujet du cas 1 (données synthétiques) : murs de fondation de 2,44 m sur semelles de 0,60 × 0,30 m, deux niveaux de 2,75 m de plancher à plancher, toit à 6:12 avec débords de 0,40 m. Le prisme d'excavation (tireté) a un fond débordant de 0,90 m des murs et des talus à 0,5 horizontal pour 1 vertical sur 2,60 m de profondeur ; son volume se calcule par la formule du prismoïde (équation (22.3)).
Source : [données synthétiques] schéma de l'auteur (TikZ) d'après le dictionnaire PLAN de `analysis/python/cases/ch22_metre.py`.

Tableau 22.2. Dimensions de base et superficies du sujet du cas 1 selon la convention retenue, et coût neuf unitaire correspondant ($C_N = 397\,567{,}33$ \$, chapitre 21).

Grandeur	Convention	m²	pi²	C_N (\$/m²)
Aire au sol (empreinte 12,00 × 7,92 m)	MEFQ, bloc 07, face externe	95,04	1 023	—
Garage intégré (3,96 × 6,30 m)	brut, face externe	24,95	269	—
Sous-sol (empreinte moins garage)	brut, face externe	70,09	754	—
Aire des étages (2 étages hors sol)	MEFQ, bloc 07, garage compris	190,08	2 046	2 092
Superficie habitable	brute hors garage et sous-sol (usage du courtage)	165,13	1 777	2 408
Aire nette intérieure hors sol	face interne, trémie déduite (métré des finis)	135,37	1 457	2 937
Aire nette du sous-sol	face interne, escalier déduit	58,65	631	—
Périmètre au sol	face externe	39,84 m		
Périmètre des étages	MEFQ (2 étages)	79,68 m		
Cloisons intérieures	rez / étage / sous-sol	21,52 / 47,94 / 20,80 m		
Séparation garage–maison	deux segments du rentrant	10,26 m		

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch22_metre.py`, fonctions `empreinte`, `superficies` et `cloisons` ; définitions MEFQ d'après *Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* (2026) ; conversion $1\ \text{m}^2 = 10{,}7639\ \text{pi}^2$.

22.3.1 Terrassement et excavation

Le volume d'excavation n'est pas le volume du sous-sol. Il faut creuser plus large que les murs, pour que les ouvriers puissent coffrer, imperméabiliser et drainer, et plus profond que la dalle, pour asseoir les semelles sur un lit de pierre nette ; et, sauf si l'on étaye, les parois de la fouille doivent être inclinées pour ne pas s'effondrer, selon une pente qui dépend de la nature du sol. L'excavation a donc la forme d'un prismoïde dont la base, au fond de la fouille, est l'empreinte du sous-sol élargie d'un dégagement d de chaque côté, et dont la section croît avec la hauteur selon la pente des talus m (horizontal pour un vertical). Pour un polygone rectiligne d'aire A et de périmètre P décalé vers l'extérieur d'une distance e, l'aire décalée vaut

$$A(e) = A + P\,e + 4e^2, \tag{22.2}$$

le terme $4e^2$ venant de ce qu'un polygone rectiligne simple compte quatre angles convexes nets (chaque angle rentrant retranche ce qu'un angle convexe ajoute), et le volume du prismoïde de profondeur h se calcule par la formule classique

$$V = \frac{h}{6}\Big[A(d) + 4A\big(d + \tfrac{1}{2}mh\big) + A(d + mh)\Big], \tag{22.3}$$

exacte pour tout solide dont les sections sont des polynômes de degré au plus trois en la hauteur, ce qui est le cas ici. Pour le sujet, avec $A = 70{,}09\,\mathrm{m}^2$, $P = 39{,}84$ m, $d = 0{,}90$ m, $m = 0{,}5$ et $h = 2{,}60$ m, les trois sections valent 109,19, 141,45 et 177,10 m² et le volume du prismoïde 369,25 m³. S'y ajoutent la tranchée des murs hors gel du garage, 10,26 m sur 1,00 m de largeur et 1,50 m de profondeur, soit 15,39 m³, et la tranchée des raccordements d'aqueduc et d'égout, 15 m sur 0,90 m sur 1,80 m, soit 24,30 m³ : au total 408,94 m³. Le devis en compte 420, un écart de −2,6 % qui tient dans la précision des hypothèses de dégagement et de talus. Le volume mesuré en place ne tient pas compte du foisonnement, l'augmentation de volume du sol excavé, qui intéresse le transport des déblais mais non le prix au mètre cube excavé lorsque celui-ci est exprimé, comme ici, en volume en place ; le remblai, compté dans le même poste, est mesuré sur le même volume.

22.3.2 Fondations, dalle et drainage

Le béton des murs de fondation se mesure à l'axe, parce que la longueur à l'axe est la seule qui ne compte ni deux fois ni zéro fois les angles : pour un polygone rectiligne de périmètre externe P et d'épaisseur de mur t_f à quatre angles convexes nets, la longueur à l'axe est $P - 4t_f$. Le volume des murs est alors $(P - 4t_f)\,H_f\,t_f$ et celui des semelles filantes $(P - 4t_f)\,b_s h_s$, où H_f est la hauteur du mur et $b_s \times h_s$ la section de la semelle, la différence entre l'axe du mur et celui de la semelle étant négligeable. Pour le sujet, la longueur à l'axe est de $39{,}84 - 4 \times 0{,}25 = 38{,}84$ m, le volume des murs de $38{,}84 \times 2{,}44 \times 0{,}25 = 23{,}69\,\mathrm{m}^3$, celui des semelles filantes de $38{,}84 \times 0{,}60 \times 0{,}30 = 6{,}99\,\mathrm{m}^3$, celui des quatre semelles de colonnes de $0{,}90 \times 0{,}90 \times 0{,}30$ m de 0,97 m³, et celui des murs hors gel du garage (10,26 m sur 1,50 m de hauteur et 0,25 m d'épaisseur, sur semelles de 0,50 × 0,25 m) de $3{,}85 + 1{,}28 = 5{,}13\,\mathrm{m}^3$: au total 36,79 m³, contre 38 au devis (−3,2 %). La dalle est le poste qui illustre le mieux l'importance de la convention : la surface de béton réellement coulée à l'intérieur des murs de fondation est d'environ 59 m² pour le sous-sol et 21 m² pour le garage, mais le devis mesure la dalle à l'aire au sol brute, 95 m², et son prix unitaire de 68,67 $/m² est calibré sur cette base ; le métré de contrôle doit appliquer la même convention, faute de quoi il conclurait à une surestimation

de 20 % là où il n'y a qu'une différence de référence. Le drain français court à la face externe des semelles ; sa longueur est le périmètre externe augmenté de huit fois le débord de la semelle, $(0{,}60 - 0{,}25)/2 = 0{,}175$ m, soit 1,40 m, plus le raccord au puisard, 1,00 m : 42,24 m contre 42 au devis.

22.3.3 Charpente et toiture

La charpente des planchers se mesure à l'aire brute des planchers ossaturés : au rez-de-chaussée, l'empreinte moins la dalle du garage, soit 70,09 m², et à l'étage l'empreinte entière, 95,04 m², en tout 165,13 m² ; la trémie d'escalier n'est pas déduite parce que son chevêtre coûte au moins autant que le plancher qu'il remplace. La charpente des murs extérieurs se mesure au périmètre multiplié par la hauteur d'ossature de chaque étage, nette des ouvertures :

$$A_{\text{murs}} = P \times h_{\text{mur}} \times n_{\text{ét}} - \sum_{j} n_j \, a_j, \tag{22.4}$$

où n_j est le nombre d'ouvertures de type j et a_j leur aire unitaire. Pour le sujet, $39{,}84 \times 2{,}44 \times 2 = 194{,}42$ m² bruts, dont on retranche quatorze fenêtres hors sol de $1{,}20 \times 1{,}40$ m (23,52 m²), trois portes extérieures de $0{,}91 \times 2{,}03$ m (5,54 m²) et une porte de garage de $2{,}74 \times 2{,}13$ m (5,84 m²), soit 34,90 m² d'ouvertures et 159,52 m² de murs nets ; charpente totale 324,65 m² contre 330 au devis (−1,6 %). La règle appliquée ici exclut les cloisons intérieures, dont l'ossature légère est réputée comprise dans le prix du gypse posé ; c'est une convention du devis, et le chapitre 23 montre qu'elle doit être connue avant d'emprunter un prix unitaire à une autre source. Le toit se mesure deux fois : les fermes à la projection horizontale, débords compris, parce que c'est ainsi que le fabricant les facture, et la couverture à la surface réelle des versants, qui est la projection multipliée par le facteur de pente :

$$A_{\text{couv}} = (L + 2d_t)(W + 2d_t)\sqrt{1 + p^2}, \tag{22.5}$$

où d_t est le débord et p la pente exprimée en élévation par unité de course (0,5 pour 6:12). Pour le sujet, la projection est de $12{,}80 \times 8{,}72 = 111{,}62$ m² (devis : 110, +1,5 %) et la couverture de $111{,}62 \times 1{,}1180 = 124{,}79$ m² (devis : 125). Un toit à 8:12 aurait un facteur de 1,2019 et une couverture 7,5 % plus grande pour la même projection.

22.3.4 Enveloppe : revêtement, isolation, ouvertures

Le revêtement extérieur se mesure au périmètre multiplié par la hauteur revêtue, du dessus de la fondation au soffite, plus les pignons. Le sujet a deux pignons triangulaires de base 7,92 m et de hauteur $7{,}92/2 \times 0{,}5 = 1{,}98$ m, soit 7,84 m² chacun ; les murs revêtus mesurent $39{,}84 \times 5{,}60 = 223{,}10$ m² et le total 238,79 m². Le devis compte 240 m² et n'a donc pas déduit les ouvertures : c'est une convention répandue pour les revêtements, où la main-d'œuvre des retours, des cadrages et des solins autour des ouvertures compense à peu près la surface non couverte, de sorte que mesurer brut et facturer brut revient à facturer net avec un supplément d'ouvertures. L'isolation et le pare-vapeur se mesurent sur toute l'enveloppe thermique, c'est-à-dire la frontière entre l'espace chauffé et l'extérieur ou les espaces non chauffés : murs extérieurs nets d'ouvertures (159,52 m²), plafond de l'étage sous l'entretoit (95,04 m²), murs de fondation isolés de l'intérieur nets des deux fenêtres du sous-sol ($38{,}84 \times 2{,}44 - 3{,}40 = 91{,}37$ m²), séparation entre le garage non chauffé et la maison, murs ($10{,}26 \times 2{,}44 = 25{,}03$ m²) et plafond du garage (24,95 m²), et solives de rive

aux deux niveaux ($2 \times 39{,}84 \times 0{,}30 = 23{,}90\ \text{m}^2$) : 419,82 m², contre 420 au devis. Les portes et fenêtres se dénombrent sur les plans et les élévations ; le sujet en compte seize fenêtres (six au rez-de-chaussée, huit à l'étage, deux au sous-sol), trois portes extérieures (entrée, porte-patio, porte de service du garage) et une porte de garage.

22.3.5 Finitions intérieures

Le gypse est le poste le plus laborieux du métré résidentiel, parce qu'il couvre les plafonds et toutes les faces de tous les murs de toutes les pièces finies. La règle est la suivante : pour chaque pièce finie, l'aire nette du plafond plus le périmètre net multiplié par la hauteur des murs ; les cloisons sont ainsi comptées sur leurs deux faces, une fois par pièce qu'elles bordent, et les murs extérieurs une fois ; on ajoute la face du côté garage de la séparation garage–maison, exigée comme séparation coupe-feu, et le plafond du garage ; on déduit les ouvertures, les portes intérieures sur deux faces. Pour le sujet, les plafonds des pièces finies totalisent 209,63 m² garage compris, les murs 582,53 m², la face garage de la séparation 25,03 m² et les ouvertures 84,19 m² (seize fenêtres, trois portes extérieures, quatorze portes intérieures comptées deux fois) : 733,00 m². Le devis compte 620 m², et c'est l'écart le plus important du métré de contrôle, +18,2 % ; il est discuté à la section 22.5. La peinture se mesure sur la même surface. Les planchers finis se mesurent à l'aire nette des pièces par type de fini : bois franc au salon, à la salle à manger, aux chambres, au corridor, au palier et aux placards (103,56 m²) ; céramique au vestibule, à la cuisine, à la salle d'eau, à la buanderie et à la salle de bain (31,81 m²) ; plancher flottant au sous-sol, que le devis mesure à l'aire brute du sous-sol (70,09 m²) alors que l'aire finie nette, salle mécanique et escalier exclus, n'est que de 49,31 m². Les escaliers, les portes intérieures (quatorze) et les armoires se dénombrent ou s'estiment au forfait.

22.3.6 Mécanique, électricité et ouvrages extérieurs

La plomberie se compte en appareils, chaque appareil recouvrant son alimentation, son évacuation, sa ventilation et sa robinetterie : évier, lave-vaisselle, réfrigérateur, laveuse et cuve de buanderie, lavabo et toilette de la salle d'eau, lavabo, toilette, baignoire et douche de la salle de bain, deux robinets extérieurs et un drain de plancher, quatorze au total pour le sujet. L'électricité, la ventilation, le chauffage et l'éclairage sont des forfaits dont le contenu doit être lu dans le devis descriptif (entrée de 200 A, échangeur d'air, thermopompe centrale avec plinthes d'appoint) et dont le contrôle passe par des ratios : le forfait d'électricité du sujet, 14 096 $, représente 85 $/m² habitable et 4,7 % du coût direct, et la thermopompe 10 481 $, soit 3,5 % ; ces ratios se comparent à ceux de devis semblables plutôt qu'à une géométrie. Les ouvrages extérieurs se mesurent en aires (perron de $1{,}50 \times 2{,}40$ m et balcon de $3{,}00 \times 3{,}50$ m, 14,10 m² ; entrée asphaltée de $5{,}00 \times 11{,}00$ m, 55 m²) ou en longueurs (gouttières sur les deux rives, $2 \times 12{,}80 = 25{,}60$ m, plus quatre descentes de 5,80 m, 48,80 m au total contre 48 au devis). Comme le chapitre 21 l'a rappelé, ces ouvrages doivent figurer soit dans le coût du bâtiment, soit dans une évaluation séparée des améliorations du site, jamais aux deux endroits.

22.4 Du métré au coût

Tableau 22.3. Pertes et chutes : passage de la quantité mesurée du devis à la quantité à commander pour des taux illustratifs (hypothèses pédagogiques, non sourcées), sujet du cas 1.

Poste	Unité	Mesuré	Taux (%)	À commander	Surplus
Fondations béton (semelles, murs)	m^3	38	5	39,9	1,9
Dalle de sous-sol	m^2	95	5	99,8	4,8
Charpente murs et planchers	m^2	330	10	363,0	33,0
Couverture bardeaux d'asphalte	m^2	125	10	137,5	12,5
Revêtement extérieur	m^2	240	10	264,0	24,0
Isolation et pare-vapeur	m^2	420	5	441,0	21,0
Gypse et tirage de joints	m^2	620	12	694,4	74,4
Planchers bois franc	m^2	95	8	102,6	7,6
Planchers céramique	m^2	35	10	38,5	3,5
Planchers flottants (sous-sol)	m^2	70	8	75,6	5,6

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch22_metre.py`, fonction `pertes`, dictionnaire `PERTES` ; les taux sont des ordres de grandeur illustratifs déclarés comme tels, à remplacer par ceux d'un guide de coûts sous licence dans un mandat réel.

22.4.1 Quantités mesurées, quantités à commander, pertes et chutes

Le coût direct d'un devis par composantes est la somme des produits des quantités par les prix unitaires installés, $D = \sum_k q_k p_k$ (équation (21.8)). La quantité q_k qui y figure est la quantité d'ouvrage *en place*, celle que mesure le métré ; elle n'est pas la quantité de matériau qu'il faut acheter. Entre les deux s'interposent les pertes et les chutes : découpes des feuilles de gypse autour des ouvertures, rangs de départ et de faîtage des bardeaux, chutes de lames de bois franc en bout de rangée, carreaux de céramique cassés ou coupés, casse de briques, surconsommation de béton dans les coffrages qui fléchissent. La quantité à commander d'un matériau k est

$$q_k^{\text{cmd}} = q_k \, (1 + w_k), \tag{22.6}$$

où w_k est le **taux de pertes et de chutes**, propre au matériau, à la complexité du plan et à l'habileté de la main-d'œuvre. Un prix unitaire *installé* inclut déjà ces pertes, parce qu'il est construit sur le coût du matériau acheté rapporté à la surface posée ; un prix de matériau au mètre carré de produit, lui, ne les inclut pas. Confondre les deux revient à oublier ou à compter deux fois 5 à 15 % du coût des matériaux. Le tableau 22.3 illustre, pour dix postes du sujet, le passage de la quantité mesurée à la quantité à commander pour des taux déclarés comme hypothèses pédagogiques, parce qu'aucune source publique vérifiée n'en fixe la valeur ; les guides de coûts sous licence en publient, par matériau et par type d'ouvrage, et c'est à eux qu'un estimateur se réfère (RSMeans 2025 ; Marshall & Swift 2025). Valorisé au prix posé, le surplus de matériaux de ces dix postes représente 11 284 $, soit 3,8 % du coût direct du sujet : une erreur sur le traitement des pertes n'est pas négligeable, mais elle est du même ordre que la tolérance d'un métré de contrôle.

22.4.2 La structure d'un prix unitaire installé

Le prix unitaire installé d'un poste se décompose en quatre termes : le coût des matériaux par unité d'ouvrage, pertes comprises ; le coût de la main-d'œuvre, produit du nombre

d'heures par unité d'ouvrage et du taux horaire chargé ; le coût de l'équipement et des consommables ; et les frais généraux et la marge du corps de métier, en proportion du tout :

$$p_k = \big[m_k(1 + w_k) + h_k\, s_k + e_k\big](1 + \mu_k), \tag{22.7}$$

où m_k est le prix d'achat du matériau par unité d'ouvrage, w_k le taux de pertes, h_k la productivité inverse en heures par unité, s_k le taux horaire chargé du métier, e_k l'équipement et μ_k la marge du sous-traitant. Trois observations découlent de cette structure. La première est que la part de la main-d'œuvre varie énormément d'un poste à l'autre : faible pour une thermopompe ou des fenêtres, où le matériau domine, élevée pour le tirage de joints, la peinture ou la pose de céramique, où elle dépasse souvent la moitié du prix. La deuxième est que la productivité h_k est la grandeur la plus incertaine : elle dépend de la complexité du plan, de l'accès, de la saison et de la qualité d'exécution exigée, et c'est par elle que deux soumissions pour le même ouvrage diffèrent le plus. La troisième est que la marge μ_k du sous-traitant est déjà dans le prix : l'incitatif de l'entrepreneur du chapitre 21 rémunère la coordination et le risque du projet, non le métier, et un devis composé de prix de sous-traitants installés ne doit pas se voir appliquer une seconde marge de métier.

Le taux horaire chargé s_k est, au Québec, une donnée largement réglementée. Les salaires de l'industrie de la construction sont fixés par les conventions collectives sectorielles négociées sous l'égide de la Commission de la construction du Québec, par métier et par statut (apprenti, compagnon), dans quatre secteurs : génie civil et voirie, industriel, institutionnel et commercial, et résidentiel, ce dernier distinguant le résidentiel léger du résidentiel lourd ; l'employeur a l'obligation de payer les salariés selon les conventions en vigueur, et la CCQ publie un outil de consultation des taux par date et par secteur, les textes des conventions ayant priorité en cas de divergence (Commission de la construction du Québec 2026). Le taux chargé ajoute au salaire les avantages sociaux, les cotisations et les charges de l'employeur, qui en représentent une fraction importante. Le chapitre ne chiffre aucun taux horaire, parce qu'ils varient par métier et par date et qu'ils n'ont pas été relevés dans le registre de sources de l'ouvrage ; l'évaluateur qui construit ou vérifie un prix unitaire doit consulter la convention applicable à la date des travaux. Ce qu'il faut retenir pour la méthode du coût, c'est que la main-d'œuvre réglementée est l'un des moteurs de la hausse des coûts de construction mesurée par l'IPCB (figure 21.2) et que l'écart entre un prix unitaire d'un guide calibré sur Montréal et le coût réel dans une autre région tient en partie à la structure des secteurs et des métiers mobilisés.

22.4.3 Cohérence des conventions entre quantité et prix

Un prix unitaire n'a de sens que rapporté à la convention de mesure sur laquelle il a été établi. Un prix de gypse posé au mètre carré *net*, ouvertures déduites, est plus élevé qu'un prix au mètre carré *brut*, parce que les deux prix doivent produire le même montant pour le même ouvrage ; un prix de dalle à l'aire au sol brute est plus bas qu'un prix à la surface coulée ; un prix de revêtement « ouvertures non déduites » est plus bas qu'un prix net. Le métré de contrôle doit donc toujours commencer par identifier la convention de chaque poste du devis, et la seule vérification qui vaille est celle qui recalcule la quantité *dans la même convention*. Lorsqu'un prix unitaire est emprunté à une autre source, un guide, une soumission, un devis antérieur, il faut le convertir : si q^{brut} et q^{net} sont les deux mesures du

même ouvrage, les prix cohérents vérifient $p^{\text{brut}}\,q^{\text{brut}} = p^{\text{net}}\,q^{\text{net}}$, de sorte que

$$p^{\text{brut}} = p^{\text{net}}\,\frac{q^{\text{net}}}{q^{\text{brut}}}. \tag{22.8}$$

Pour le revêtement du sujet, où les ouvertures représentent 34,90 des 238,79 m² bruts, un prix net serait 17 % plus élevé que le prix brut de 119,27 \$/m² du devis.

22.4.4 Propagation des erreurs de mesure

Chaque quantité du bordereau est entachée d'une erreur : imprécision des cotes, hypothèses de dégagement et de talus, choix d'inclure ou non une ouverture, arrondis. Comment ces erreurs se transmettent-elles au coût direct ? Notons ε_k l'erreur relative sur la quantité du poste k et $\omega_k = q_k p_k / D$ la part du poste dans le coût direct. Au premier ordre,

$$\frac{\Delta D}{D} = \sum_{k} \omega_k\,\varepsilon_k, \tag{22.9}$$

l'erreur relative du coût direct est la moyenne des erreurs relatives des postes pondérée par leur poids dans le coût. Si les erreurs sont indépendantes, d'espérance nulle et d'écart type relatif σ_k, la variance de l'erreur relative du coût direct est $\sum_k \omega_k^2 \sigma_k^2$; avec un même σ pour tous les postes,

$$\frac{\sigma_D}{D} = \sigma\sqrt{\sum_{k} \omega_k^2} = \sigma\sqrt{H}, \tag{22.10}$$

où $H = \sum_k \omega_k^2$ est l'indice de concentration de Herfindahl du devis, compris entre $1/K$ pour K postes de poids égaux et 1 pour un devis réduit à un seul poste. La proposition suivante en tire la conséquence qui compte pour l'évaluateur.

Proposition 22.2 : Diversification des erreurs de métré

Pour un devis de K postes directs dont les quantités sont entachées d'erreurs relatives indépendantes de même écart type σ, l'écart type relatif du coût direct vérifie $\sigma/\sqrt{K} \le \sigma_D/D \le \sigma$. La borne inférieure est atteinte lorsque tous les postes ont le même poids ; la borne supérieure lorsque les erreurs sont parfaitement corrélées, cas auquel l'équation (22.9) donne directement $\sigma_D/D = \sigma$. Le nombre $1/H$ est le nombre de postes de poids égaux qui produiraient la même dispersion : c'est le nombre effectif de postes du devis.

Démonstration. Sous la contrainte $\sum_k \omega_k = 1$, $\omega_k \ge 0$, la fonction convexe $\sum_k \omega_k^2$ est minimale au point $\omega_k = 1/K$, où elle vaut $1/K$, et maximale aux sommets du simplexe, où elle vaut 1 ; d'où $1/K \le H \le 1$ et, par l'équation (22.10), $\sigma/\sqrt{K} \le \sigma_D/D \le \sigma$. Si les erreurs sont parfaitement corrélées, $\varepsilon_k = \varepsilon$ pour tout k, et l'équation (22.9) donne $\Delta D/D = \varepsilon$, donc $\sigma_D/D = \sigma$. Enfin, K' postes de poids égaux ont $H = 1/K'$; le devis a la même dispersion qu'un devis uniforme de $K' = 1/H$ postes. □

Pour le devis du sujet, les trente-trois postes directs ont un indice de Herfindahl de 0,0539, soit 18,6 postes effectifs ; le poste le plus lourd, la charpente, pèse 13,2 % du coût direct. Des erreurs de mesure indépendantes de 5 % sur chaque poste ne produisent qu'une

erreur de $0{,}05 \times \sqrt{0{,}0539} = 1{,}16$ % sur le coût direct, soit 3 468 $, et, par le multiplicateur $(1+\tau_I)(1+\tau_E) = 1{,}3304$ du chapitre 21, d'environ 4 613 $ sur le coût neuf. Si les mêmes erreurs étaient parfaitement corrélées, par exemple parce qu'une cote de façade mal lue affecte tous les postes proportionnels au périmètre, l'erreur serait de 5 % sur D et de 16 435 $ sur C_N. La leçon est double : la diversification protège le coût neuf contre les petites erreurs dispersées, mais elle est sans effet contre une erreur sur une dimension de base, qui se répercute sur tous les postes dans le même sens. C'est pourquoi le métré de contrôle commence par les dimensions de base et non par les postes.

22.5 Exemple intégral : bordereau et métré de contrôle du sujet du cas 1

Données synthétiques

Le sujet est la maison fictive du premier dossier de cas, décrite au chapitre 21 : cottage à étages de 165 m² habitables sur un terrain de 620 m², construit en 1998 dans le secteur Hull de Gatineau, qualité moyenne, garage simple intégré, sous-sol fini, quatre chambres, une salle de bain et une salle d'eau (`data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json`). Son devis par composantes, `data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv`, compte 38 postes (33 directs, 5 indirects) générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine 20261031 ; il est repris ici sans aucune modification, de sorte que $D = 298\,826{,}17$ $, $I = 62\,598{,}68$ $ et $C_N = 397\,567{,}33$ $ comme au chapitre 21. Le plan coté (figures 22.2 et 22.3) est une construction du présent chapitre, cohérente avec les quantités du devis ; ses dimensions sont des hypothèses déclarées dans `analysis/python/cases/ch22_metre.py`, qui imprime tous les chiffres de cette section, vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch22.py`. Aucun chiffre ne décrit une propriété, un plan ou un entrepreneur réels ; les taux de pertes du tableau 22.3 sont des ordres de grandeur illustratifs.

Exemple 22.1 : Métré de contrôle du devis de 38 postes

L'évaluateur reçoit le devis par composantes du constructeur et le plan coté du sujet. Il procède en cinq étapes : lecture du bordereau et classement des postes, recalcul des quantités mesurées et dénombrées par les règles de la section 22.3, qualification des écarts selon une tolérance déclarée, contrôle des forfaits par ratios, et chiffrage de l'effet des écarts sur le coût direct et le coût neuf.

Étape 1 : le bordereau. Le tableau 22.4 présente le bordereau complet des 38 postes dans l'ordre des sept blocs du chapitre 21, avec l'unité, la quantité, le prix unitaire installé et le montant de chacun ; les sous-totaux par bloc sont ceux du tableau 21.5. Le classement par type d'unité (figure 22.4) montre que les postes mesurés dominent les fondations, la structure et l'enveloppe, que les postes dénombrés pèsent lourd dans l'enveloppe (fenêtres et portes, 22 770 $) et dans la mécanique (appareils de plomberie), et que les forfaits concentrent la mécanique et l'électricité, les armoires et les coûts

indirects. Sur le sous-total de 361 424,85 $, 48,2 % sont mesurés, 24,9 % dénombrés et 26,9 % forfaitaires.

Étape 2 : les quantités recalculées. Les dix-sept postes mesurés et les sept postes dénombrés sont recalculés à partir du plan (tableau 22.5). Les dimensions de base donnent une aire au sol de 95,04 m² et un périmètre de 39,84 m, cohérents avec la dalle de 95 m² du devis ; l'excavation ressort à 408,94 m³ (−2,6 %), les fondations à 36,79 m³ (−3,2 %), le drain à 42,24 m (+0,6 %), la charpente à 324,65 m² (−1,6 %), les fermes à 111,62 m² (+1,5 %), la couverture à 124,79 m² (−0,2 %), le revêtement à 238,79 m² (−0,5 %), l'isolation à 419,82 m² (0,0 %), les gouttières à 48,80 m (+1,7 %), le balcon et le perron à 14,10 m², l'entrée à 55 m² et le plancher flottant à 70,09 m² ; les sept dénombrements (16 fenêtres, 3 portes extérieures, 1 porte de garage, 2 escaliers, 14 portes intérieures, 14 appareils, 26 semaines) concordent exactement. Quatre postes s'écartent davantage : le gypse et la peinture ressortent à 733,00 m² contre 620 (+18,2 %), le bois franc à 103,56 m² contre 95 (+9,0 %) et la céramique à 31,81 m² contre 35 (−9,1 %).

Étape 3 : la qualification des écarts. La tolérance retenue est de 5 % pour déclarer un poste conforme, de 10 % pour le déclarer à préciser, au-delà de quoi il est à justifier ; ces seuils sont une convention de l'ouvrage, calibrée sur la précision que l'on peut attendre d'un métré de composantes fait à partir d'un plan d'architecte sans devis descriptif complet. Vingt postes sont conformes, deux à préciser et deux à justifier (figure 22.5). Les deux postes à préciser s'expliquent l'un par l'autre : le total des planchers finis hors sol, 135,37 m² recalculés contre 130 au devis (+4,1 %), est conforme, et c'est la répartition entre le bois franc et la céramique, c'est-à-dire le tracé exact de la frontière entre la cuisine et la salle à manger et le fini des placards, que le plan ne fixe pas et que le devis descriptif devrait préciser. Les deux postes à justifier, le gypse et la peinture, sont un véritable écart : la règle de mesure donne 733 m² et le devis 620, ce qui représente, aux prix du devis, 3 104 $ de gypse et 1 144 $ de peinture, soit 4 248 $ ou 1,4 % du coût direct. Trois explications sont possibles et doivent être soumises à l'estimateur : une convention de mesure différente (ouvertures déduites plus largement, cloisons comptées sur une face, plafond du garage exclu), un sous-sol partiellement fini au devis alors que le plan le suppose fini, ou une omission. Tant que la réponse n'est pas connue, l'évaluateur consigne la réserve et chiffre l'enjeu.

Étape 4 : les forfaits. Les quatorze postes forfaitaires, 97 223 $ au total, ne se vérifient pas par la géométrie. Le tableau 22.6 les rapporte à la superficie habitable et au coût direct : les armoires et comptoirs représentent 105 $/m² et 5,8 % de *D*, l'électricité 85 $/m² et 4,7 %, la thermopompe 3,5 %, les plans et honoraires 3,4 %, le financement intérimaire 2,9 %. Ces ratios sont plausibles pour une maison de qualité moyenne et n'appellent pas de réserve ; dans un mandat réel, ils seraient comparés à ceux de devis semblables de la région et aux fourchettes des guides de coûts, que l'ouvrage ne reproduit pas.

Étape 5 : l'effet sur le coût. Si l'on remplaçait les quantités des postes mesurés par celles du métré de contrôle, en conservant les prix unitaires du devis, le coût direct passerait de 298 826,17 $ à 302 236,39 $, soit +3 410,22 $ ou +1,14 % : les petits écarts négatifs de l'excavation, des fondations et de la charpente (−1 318 $) compensent en partie l'écart du gypse et de la peinture (+4 248 $), et les planchers se neutralisent presque (+431 $). Les coûts indirects du devis étant exprimés en dollars, seul l'incitatif suit, et le coût neuf passerait de 397 567,33 $ à 401 318,58 $, soit +3 751,24 $ ou +0,94 % ; si l'on maintenait au

contraire le taux d'indirects de 20,95 %, l'effet serait de $3410{,}22 \times 1{,}3304 = 4\,537$ \$. Dans les deux cas, l'écart est inférieur à l'arrondi de 398 000 \$ retenu au chapitre 21 pour les conclusions et très inférieur à l'effet d'une année d'indice de prix (16,5 % d'étendue, figure 21.4). Le devis est donc conservé tel quel pour la suite de la partie V, avec une réserve consignée sur le gypse et la peinture ; c'est la conclusion normale d'un métré de contrôle, dont l'objet n'est pas de refaire le devis mais d'en borner l'erreur.

Tableau 22.4. Bordereau de quantités chiffré du sujet du cas 1 : 38 postes par bloc (ordre du chapitre 21), unité, quantité, prix unitaire installé et montant, en dollars du T3 2026. Les sous-totaux par bloc sont ceux du tableau 21.5.

Poste	Unité	Quantité	Prix unitaire ($)	Montant ($)
Fondations et site (5 postes, 39 818,04 $)				
Excavation et remblai	m³	420	20,24	8 500,80
Fondations béton (semelles, murs)	m³	38	375,88	14 283,44
Dalle de sous-sol	m²	95	68,67	6 523,65
Drain français et imperméabilisation	m lin.	42	86,74	3 643,08
Raccordements aqueduc/égout	forfait	1	6 867,07	6 867,07
Structure et charpente (3 postes, 53 852,16 $)				
Charpente murs et planchers	m²	330	119,27	39 359,10
Fermes de toit	m²	110	68,67	7 553,70
Escaliers	unité	2	3 469,68	6 939,36
Enveloppe (7 postes, 70 350,56 $)				
Couverture bardeaux d'asphalte	m²	125	61,44	7 680,00
Revêtement extérieur (brique 40 %, fibrociment 60 %)	m²	240	119,27	28 624,80
Isolation et pare-vapeur	m²	420	23,13	9 714,60
Fenêtres (PVC double vitrage)	unité	16	1 048,13	16 770,08
Portes extérieures	unité	3	1 373,41	4 120,23
Porte de garage	unité	1	1 879,41	1 879,41
Gouttières et solins	m lin.	48	32,53	1 561,44
Finition intérieure (8 postes, 67 092,26 $)				
Gypse et tirage de joints	m²	620	27,47	17 031,40
Peinture intérieure	m²	620	10,12	6 274,40
Planchers bois franc	m²	95	86,74	8 240,30
Planchers céramique	m²	35	97,58	3 415,30
Planchers flottants (sous-sol)	m²	70	39,76	2 783,20
Portes intérieures et moulures	unité	14	469,85	6 577,90
Armoires de cuisine et comptoirs	forfait	1	17 348,39	17 348,39
Vanités et accessoires (2 salles de bain)	forfait	1	5 421,37	5 421,37

suite à la page suivante

tableau 22.4 (suite)

Poste	Unité	Quantité	Prix unitaire ($)	Montant ($)
Mécanique et électricité (6 postes, 51 105,45 $)				
Plomberie brute et finition	appareil	14	1 192,70	16 697,80
Chauffe-eau	unité	1	1 156,56	1 156,56
Électricité (entrée 200 A, filage, appareils)	forfait	1	14 095,57	14 095,57
Ventilation (VRC) et conduits	forfait	1	5 638,23	5 638,23
Thermopompe centrale et plinthes	forfait	1	10 481,32	10 481,32
Éclairage et finition électrique	forfait	1	3 035,97	3 035,97
Aménagements extérieurs (4 postes, 16 607,70 $)				
Balcon et perron	m^2	14	469,85	6 577,90
Entrée asphaltée	m^2	55	46,99	2 584,45
Aménagement paysager de base	forfait	1	4 698,52	4 698,52
Nettoyage et conteneurs	forfait	1	2 746,83	2 746,83
Coûts indirects (5 postes, 62 598,68 $)				
Permis et études (arpentage, sol)	forfait	1	4 481,67	4 481,67
Supervision de chantier (salaires)	semaine	26	1 373,41	35 708,66
Assurances chantier et cautionnement	forfait	1	3 758,82	3 758,82
Plans et honoraires professionnels	forfait	1	10 119,90	10 119,90
Financement intérimaire	forfait	1	8 529,63	8 529,63
Coûts directs D (33 postes)				298 826,17
Coûts indirects I (5 postes)				62 598,68
Sous-total $D + I$				361 424,85

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv`, graine 20261031 ; regroupement CORPS de `analysis/python/cases/ch21_cout_neuf.py`.

22.6 Analyse de sensibilité

Le métré de contrôle a borné l'erreur du devis du sujet à environ 1 % du coût neuf ; l'analyse de sensibilité généralise ce résultat en demandant ce que coûterait une erreur de quantité uniforme sur un bloc entier de corps de métier, puis sur tous les postes directs. Comme les coûts indirects du devis sont des montants et non un taux, une erreur e sur les quantités d'un bloc de montant M_b se transmet au coût neuf par $\Delta C_N = e\, M_b\,(1 + \tau_E)$, c'est-à-dire multipliée par 1,10 ; si le taux d'indirects était maintenu, le multiplicateur serait $(1 + \tau_I)(1 + \tau_E) = 1{,}3304$. Le tableau 22.7 donne l'effet pour des erreurs de ± 5 et ± 10 %. Une erreur de 10 % sur l'ensemble de l'enveloppe, le bloc le plus lourd avec 23,5 % du coût direct, déplace le coût neuf de 7 739 $ (1,95 %) ; la même erreur sur la finition intérieure, de 7 380 $ (1,86 %) ; sur les aménagements extérieurs, de 1 827 $ (0,46 %) seulement. Une erreur uniforme de 10 % sur tous les postes directs, qui correspond au cas des erreurs parfaitement corrélées de la proposition 22.2, déplace le coût neuf de 32 871 $, soit 8,27 % : c'est le scénario d'une dimension de base mal lue ou d'une convention de superficie confondue, et c'est le seul scénario de quantités dont l'ampleur rivalise avec celle de la date des prix. Pour des erreurs

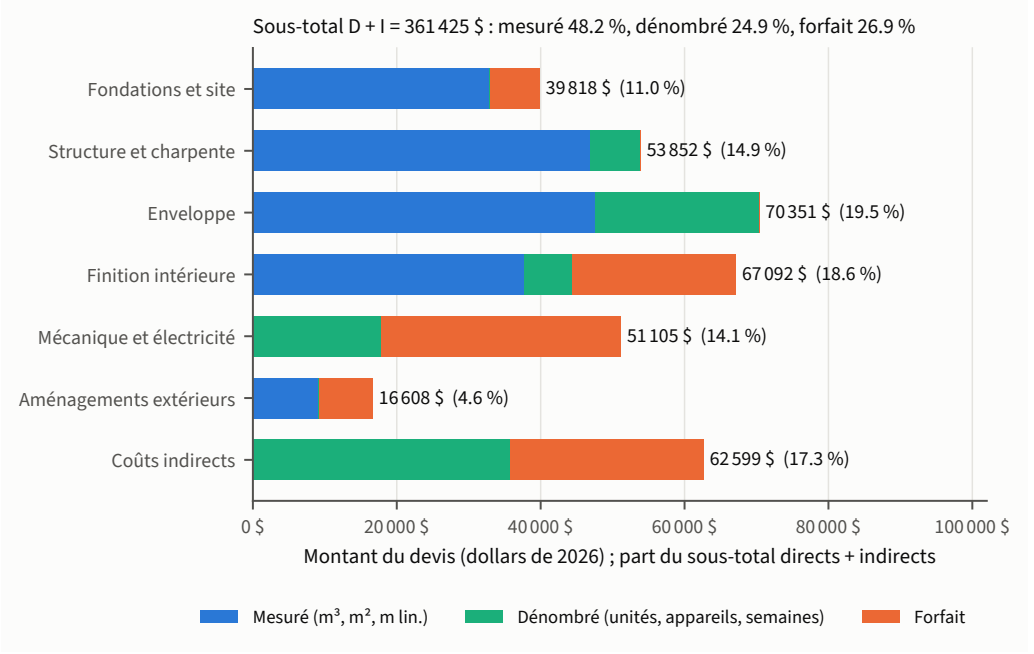


Figure 22.4. Répartition du devis du sujet du cas 1 par bloc de corps de métier (mêmes sept blocs et même ordre qu'à la figure 21.3) et par type d'unité : postes mesurés en volume, surface ou longueur, postes dénombrés, forfaits. La géométrie contrôle directement 48,2 % du sous-total ; les forfaits, concentrés dans la mécanique et l'électricité et dans les indirects, en représentent 26,9 %.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch22_repartition.py`, graine 20261031.

Tableau 22.5. Métré de contrôle du sujet du cas 1 : quantité du devis, quantité recalculée à partir du plan coté, écart relatif et verdict (tolérances de 5 et 10 %). Les règles de mesure sont celles de la section 22.3.

Poste	Unité	Devis	Recalcul	Écart (%)	Verdict
Excavation et remblai	m^3	420	408,94	−2,6	conforme
Fondations béton (semelles, murs)	m^3	38	36,79	−3,2	conforme
Dalle de sous-sol	m^2	95	95,04	0,0	conforme
Drain français et imperméabilisation	m lin.	42	42,24	0,6	conforme
Charpente murs et planchers	m^2	330	324,65	−1,6	conforme
Fermes de toit	m^2	110	111,62	1,5	conforme
Escaliers	unité	2	2,00	0,0	conforme
Couverture bardeaux d'asphalte	m^2	125	124,79	−0,2	conforme
Revêtement extérieur	m^2	240	238,79	−0,5	conforme
Isolation et pare-vapeur	m^2	420	419,82	0,0	conforme
Fenêtres (PVC double vitrage)	unité	16	16,00	0,0	conforme
Portes extérieures	unité	3	3,00	0,0	conforme
Porte de garage	unité	1	1,00	0,0	conforme
Gouttières et solins	m lin.	48	48,80	1,7	conforme
Gypse et tirage de joints	m^2	620	733,00	18,2	à justifier
Peinture intérieure	m^2	620	733,00	18,2	à justifier
Planchers bois franc	m^2	95	103,56	9,0	à préciser
Planchers céramique	m^2	35	31,81	−9,1	à préciser
Planchers flottants (sous-sol)	m^2	70	70,09	0,1	conforme
Portes intérieures et moulures	unité	14	14,00	0,0	conforme
Plomberie brute et finition	appareil	14	14,00	0,0	conforme
Balcon et perron	m^2	14	14,10	0,7	conforme
Entrée asphaltée	m^2	55	55,00	0,0	conforme
Supervision de chantier (salaires)	semaine	26	26,00	0,0	conforme

Planchers finis hors sol (bois franc + céramique) : 130 au devis, 135,37 recalculés (+4,1 %), conforme
Bilan : 20 postes conformes, 2 à préciser, 2 à justifier ; 14 forfaits contrôlés par ratios (tableau 22.6)

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch22_metre.py`, fonctions `quantites_geometriques` et `verification`, graine 20261031.

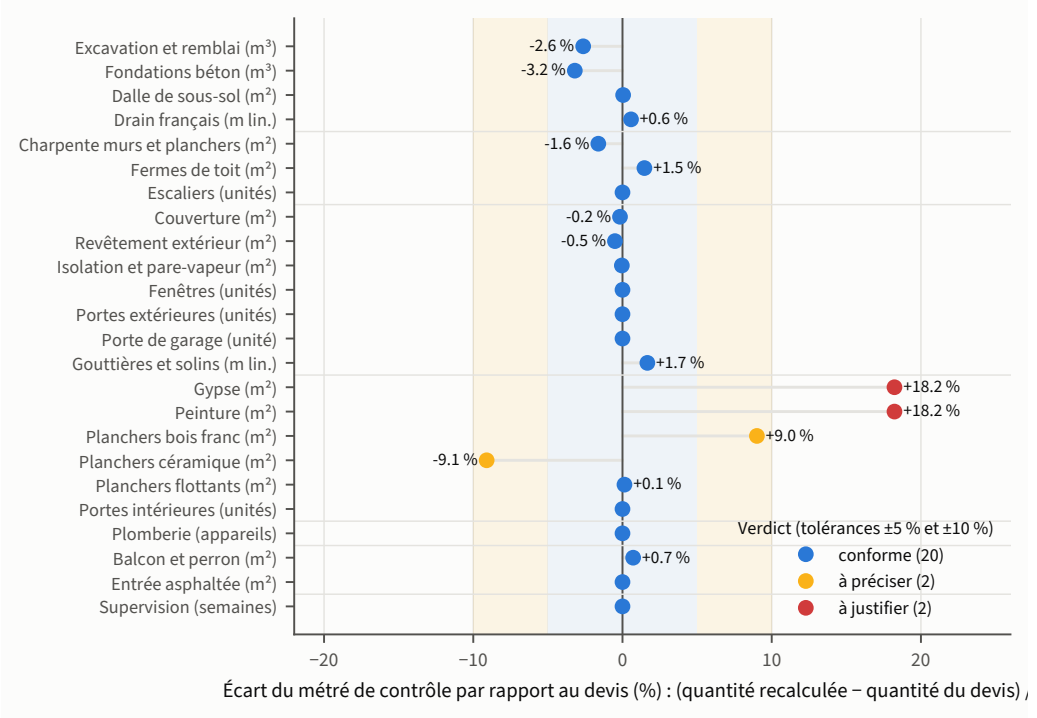


Figure 22.5. Écarts du métré de contrôle du sujet du cas 1, par poste mesuré ou dénombré, dans l'ordre des blocs de corps de métier ; bandes de tolérance de ±5 % (conforme) et ±10 % (à préciser). Les dimensions de base et les dénombrements concordent ; le gypse et la peinture ressortent 18 % au-dessus du devis et constituent la seule réserve matérielle ; le bois franc et la céramique se compensent.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch22_ecarts.py`, graine 20261031.

Tableau 22.6. Contrôle par ratios des quatorze postes forfaitaires du sujet du cas 1 : montant, montant par mètre carré de superficie habitable (165,13 m²) et part du coût direct D.

Poste (forfait)	Montant ($)	$/m² hab.	Part de D (%)
Armoires de cuisine et comptoirs	17 348,39	105	5,8
Électricité (entrée 200 A, filage, appareils)	14 095,57	85	4,7
Thermopompe centrale et plinthes	10 481,32	63	3,5
Plans et honoraires professionnels†	10 119,90	61	3,4
Financement intérimaire†	8 529,63	52	2,9
Raccordements aqueduc/égout	6 867,07	42	2,3
Ventilation (VRC) et conduits	5 638,23	34	1,9
Vanités et accessoires (2 salles de bain)	5 421,37	33	1,8
Aménagement paysager de base	4 698,52	28	1,6
Permis et études (arpentage, sol)†	4 481,67	27	1,5
Assurances chantier et cautionnement†	3 758,82	23	1,3
Éclairage et finition électrique	3 035,97	18	1,0
Nettoyage et conteneurs	2 746,83	17	0,9
Chauffe-eau (unité)	1 156,56	7	0,4
Ensemble des forfaits	97 223,29	589	32,5

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch22_metre.py` ; † postes indirects, rapportés à D pour la comparaison. La part cumulée dépasse la part des forfaits dans $D + I$ (26,9 %) parce que le dénominateur est ici le seul coût direct.

indépendantes de 5 % par poste, l'écart type du coût neuf n'est que de 4 613 $, soit 1,2 %.

Trois conclusions se dégagent, qui complètent celles du chapitre 21. D'abord, la hiérarchie des risques de quantité suit la hiérarchie des poids : l'enveloppe et la finition intérieure, qui réunissent 46 % du coût direct, méritent l'essentiel de l'attention, et c'est précisément là que le métré de contrôle du sujet a trouvé son seul écart matériel. Ensuite, la forme de l'erreur compte plus que sa taille : dix erreurs indépendantes de 5 % pèsent moins qu'une seule erreur de 5 % sur une dimension de base. Enfin, même dans le scénario défavorable d'une erreur corrélée de 10 %, l'enjeu des quantités (8,3 %) reste inférieur à celui d'une année d'indice de prix (16,5 % d'étendue) ; dans la méthode du coût, la fraîcheur des prix unitaires domine la précision du métré, ce qui ne dispense pas de mesurer mais dit où placer l'effort.

Le cadre québécois du métré : normes de mesurage du rôle — Code de construction — main-d'œuvre

Normes de mesurage du rôle. Le Manuel d'évaluation foncière du Québec, dont le Règlement sur le rôle d'évaluation foncière rend les consignes obligatoires pour l'évaluateur municipal (Québec 1994, art. 1 et 2), définit au bloc 07 des dossiers de propriété des bâtiments résidentiels les dimensions de base que l'on a utilisées : aire au sol, périmètre au sol, aire des étages et périmètre des étages, mesures brutes prises à la face externe des murs, étage compté lorsque son plancher n'est pas plus bas que 0,4 m sous le niveau moyen du sol, murs mitoyens exclus du périmètre, garage intégré et

Tableau 22.7. Sensibilité du coût neuf du sujet du cas 1 à une erreur relative uniforme sur les quantités d'un bloc de corps de métier (indirects du devis fixés en dollars, incitatif de 10 % sur $D + I$) ; cas de base $C_N = 397\,567$ $.

Bloc	Part de D (%)	-10 %	-5 %	$+5$ %	$+10$ %	± 10 % (% de C_N)
Fondations et site	13,3	−4 380	−2 190	2 190	4 380	1,10
Structure et charpente	18,0	−5 924	−2 962	2 962	5 924	1,49
Enveloppe	23,5	−7 739	−3 869	3 869	7 739	1,95
Finition intérieure	22,5	−7 380	−3 690	3 690	7 380	1,86
Mécanique et électricité	17,1	−5 622	−2 811	2 811	5 622	1,41
Aménagements extérieurs	5,6	−1 827	−913	913	1 827	0,46
Tous les postes directs	100,0	−32 871	−16 435	16 435	32 871	8,27

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch22_metre.py`, fonction `sensibilite_quantites` ; variations de C_N en dollars.

verrière intégrée compris dans l'étage (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage)* 2026). L'édition 2026 s'applique aux rôles entrant en vigueur le 1er janvier 2027 (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026). Les barèmes de coûts unitaires de la partie 3E du Manuel sont établis sur ces mesures ; ils sont librement consultables mais protégés par le droit d'auteur du gouvernement du Québec et ne sont pas reproduits ici.

Code de construction. Les quantités d'un coût de remplacement sont celles d'un bâtiment conforme aux normes actuelles. Le chapitre I du Code de construction, fondé sur le Code national du bâtiment 2020 modifié pour le Québec, est en vigueur depuis le 17 avril 2025, avec une période transitoire qui permet d'appliquer les dispositions antérieures aux travaux commencés avant le 17 octobre 2027 ; le chapitre I.1 porte sur l'efficacité énergétique du bâtiment (Québec 2022). Les épaisseurs d'isolant, la ventilation mécanique et la séparation coupe-feu entre un garage et l'habitation sont autant de quantités que le Code impose et qu'un plan de 1998 ne montrait pas sous la même forme.

Licence et main-d'œuvre. Nul ne peut agir comme entrepreneur de construction sans une licence de la Régie du bâtiment du Québec (Québec 1985b, art. 46), le particulier qui construit sa propre maison unifamiliale en étant dispensé sauf pour le gaz, le pétrole et l'électricité (Québec 1985b, art. 49) ; les catégories de licence sont décrites par la RBQ (Régie du bâtiment du Québec 2026d). Les salaires de l'industrie sont fixés par les conventions collectives sectorielles 2025-2029 administrées par la Commission de la construction du Québec dans quatre secteurs (génie civil et voirie, industriel, institutionnel et commercial, résidentiel), avec un outil public de consultation des taux par date et par secteur ; la convention prévoit des hausses annuelles, relayées comme étant de 8, 5, 5 et 4 % sur quatre ans, et la majoration en vigueur au 26 avril 2026 est de l'ordre de 5 % selon le secteur (Commission de la construction du Québec 2026). Les taux horaires eux-mêmes ne sont pas reproduits dans l'ouvrage ; ils doivent être lus dans la convention applicable à la date des travaux.

Erreurs fréquentes

- *Mesurer dans une convention et chiffrer dans une autre.* Appliquer un prix de dalle calibré à l'aire au sol brute à une surface coulée nette, ou un prix de gypse net à une surface brute, fausse le poste de 10 à 20 % ; la quantité et le prix doivent partager la même convention (équation (22.8)).
- *Confondre superficie habitable, aire des étages et aire nette.* Pour le sujet, le même coût neuf vaut 2 092, 2 408 ou 2 937 $/m² selon la convention ; un coût unitaire sans convention déclarée est inutilisable.
- *Compter les angles deux fois.* Mesurer les murs de fondation à la face externe au lieu de l'axe surestime leur volume ; pour le sujet, 39,84 m au lieu de 38,84 m, soit +2,6 % sur le poste.
- *Oublier le facteur de pente.* Mesurer la couverture à la projection horizontale sous-estime la surface de 11,8 % pour un toit à 6:12 et de 20,2 % pour un toit à 8:12 (équation (22.5)).
- *Compter les cloisons sur une face.* Le gypse couvre les deux faces de chaque cloison ; les compter une fois sous-estime le poste d'un tiers environ.
- *Ajouter les pertes à un prix installé.* Le prix unitaire installé inclut déjà les pertes et les chutes ; les ajouter de nouveau compte deux fois 5 à 15 % des matériaux.
- *Vérifier les postes et non les dimensions de base.* Une erreur sur une cote de façade se propage à tous les postes dans le même sens et n'est pas diversifiée (proposition 22.2) ; le contrôle commence par l'aire au sol et le périmètre.
- *Rejeter un devis pour un écart non matériel.* Un écart de 18 % sur le gypse ne vaut que 1,4 % du coût direct ; la réserve se consigne et se chiffre, elle ne justifie pas de refaire le devis.

Limites et mises en garde

- Le plan coté du sujet est une construction pédagogique du chapitre, dessinée pour être cohérente avec les quantités d'un devis lui-même synthétique ; les écarts du métré de contrôle, y compris celui du gypse, sont ceux de cette construction et ne décrivent pas la fiabilité des devis réels.
- Les taux de pertes et de chutes du tableau 22.3 sont des ordres de grandeur illustratifs déclarés comme tels, sans source publique vérifiée ; les tolérances de 5 et 10 % du métré de contrôle sont une convention de l'ouvrage, non une norme.
- Aucun taux horaire de la construction n'est chiffré : les conventions collectives de la CCQ fixent les taux par métier, secteur et date, et seules la structure des secteurs, l'existence de l'outil de consultation et la majoration d'avril 2026 ont été lues sur la page de la CCQ le 31 octobre 2026 ; les hausses de 8, 5, 5 et 4 % sont relayées par une source d'industrie et restent partiellement vérifiées.
- La page d'accueil du Canadian Institute of Quantity Surveyors confirme le nom de l'organisme et ses titres (PQS, CEC), mais l'ouvrage n'a pas consulté ses méthodes de mesurage publiées ; les règles de la section 22.3 sont celles d'un métré de composantes et non d'une méthode normalisée de métré détaillé.
- Les règles de mesure du devis (dalle et plancher flottant à l'aire brute, revêtement

sans déduction des ouvertures, cloisons comprises dans le gypse) sont déduites de la cohérence des quantités et non d'un devis descriptif ; dans un mandat réel elles doivent être lues ou demandées à l'estimateur.
- Les barèmes 3E du Manuel d'évaluation foncière et les tables des guides de coûts sous licence (Altus, Marshall & Swift, RSMeans) ne sont ni reproduits ni dépouillés ; le chapitre y renvoie pour les pertes, les productivités et les prix unitaires.

À retenir

- Le métré relève les quantités d'ouvrage à partir des plans ; le bordereau les consigne par corps de métier avec leur unité ; le prix unitaire installé transforme chaque quantité en coût. L'évaluateur pratique un métré de contrôle au niveau des composantes, non un métré de soumission.
- Trois classes de postes : mesurés (géométrie), dénombrés (comptage), forfaitaires (ratios). Pour le sujet, ils pèsent 48,2, 24,9 et 26,9 % du sous-total.
- Les dimensions de base (aire au sol, périmètre, hauteurs, ouvertures) engendrent toutes les conventions de superficie : pour le sujet, 190,08 (MEFQ), 165,13 (habitable) et 135,37 m² (nette), d'où des coûts unitaires de 2 092 à 2 937 $/m².
- Règles clés : excavation par prismoïde (équation (22.3)), béton à l'axe, murs nets d'ouvertures (équation (22.4)), couverture par facteur de pente (équation (22.5)), gypse sur deux faces des cloisons, quantité et prix dans la même convention (équation (22.8)).
- Les pertes transforment la quantité mesurée en quantité à commander ($q(1+w)$) ; un prix installé les inclut déjà. Le prix unitaire se décompose en matériaux, main-d'œuvre (heures × taux chargé des conventions CCQ), équipement et marge du métier.
- Les erreurs de métré indépendantes se diversifient ($\sigma_D/D = \sigma\sqrt{H}$, 18,6 postes effectifs pour le sujet) ; les erreurs sur une dimension de base ne se diversifient pas. Pour le sujet, le métré de contrôle borne l'écart à +1,14 % de D et +0,94 % de C_N ; le devis du chapitre 21 est conservé avec une réserve sur le gypse.

Exercices

Exercice 22.1 — Conventions de superficie ★

Un cottage à deux étages mesure 10,40 m sur 9,15 m à la face externe des murs, avec un garage intégré de 3,66 m sur 6,10 m dans un coin du rez-de-chaussée et un sous-sol sous la partie habitable. Calculez l'aire au sol, le périmètre au sol, l'aire des étages et le périmètre des étages au sens du Manuel d'évaluation foncière, la superficie habitable (brute hors garage) et une approximation de l'aire nette intérieure hors sol en supposant des murs extérieurs de 0,30 m, une séparation garage–maison de 0,15 m et aucune autre cloison. Exprimez l'aire des étages et la superficie habitable en pieds carrés.

Exercice 22.2 — Murs nets d'ouvertures ★

Pour le cottage de l'exercice 22.1, les murs d'ossature ont 2,44 m de hauteur par étage ; les élévations montrent douze fenêtres de 1,20 × 1,40 m, deux portes extérieures de 0,91 × 2,03 m et une porte de garage de 2,74 × 2,13 m. Calculez l'aire brute des murs extérieurs, l'aire des ouvertures, l'aire nette et la part des ouvertures dans l'aire brute. Expliquez pourquoi un prix unitaire de revêtement « ouvertures non déduites » est plus bas qu'un prix net pour le même ouvrage.

Exercice 22.3 — Toiture et facteur de pente ★★

Le cottage de l'exercice 22.1 a un toit à deux versants de pente 8:12 avec des débords de 0,40 m. Calculez la projection horizontale du toit, le facteur de pente, la surface de couverture et la quantité de bardeaux à commander avec un taux de pertes de 10 %. De combien la surface de couverture dépasse-t-elle celle d'un toit à 6:12 de même projection ? Quelle unité convient aux fermes, et laquelle à la couverture ?

Exercice 22.4 — Volume d'excavation ★★

Pour un sous-sol d'aire 95,16 m² et de périmètre 39,10 m, l'excavation a 2,50 m de profondeur et un dégagement de 0,90 m au pied des murs. Calculez le volume excavé (a) en supposant des parois verticales, (b) avec des talus à 0,5 horizontal pour 1 vertical, (c) avec des talus à 1 pour 1, en utilisant l'équation (22.2) et la formule du prismoïde (équation (22.3)). Commentez l'écart relatif entre les trois hypothèses et ce qu'il implique pour le contrôle du poste d'excavation d'un devis dont on ne connaît pas les hypothèses.

Exercice 22.5 — Structure d'un prix unitaire installé ★★

Pour un poste de gypse posé et tiré, on suppose, à titre purement illustratif, un coût de matériaux de 11,50 $/m² avant pertes, un taux de pertes de 12 %, une productivité de 0,35 heure par mètre carré, un taux horaire chargé de 62 $ (valeur hypothétique, qui n'est pas un taux de convention collective) et 0,80 $/m² d'équipement et de consommables. Calculez le prix unitaire avant marge et la part de la main-d'œuvre, puis le prix avec une marge de 15 % du corps de métier. Quel est l'effet d'une hausse de 5 % du taux horaire ? D'un gain de productivité de 10 % ? Reliez le résultat à la composition de l'indice des prix de la construction du chapitre 21.

Exercice 22.6 — Propagation des erreurs de métré ★★★

À partir du bordereau du tableau 22.4, calculez l'indice de Herfindahl des 33 postes directs et l'écart type relatif du coût direct pour des erreurs de quantité indépendantes

de 5 % puis de 10 % par poste (équation (22.10)). Comparez au cas de 33 postes de poids égaux et au cas d'un devis réduit à deux postes de poids égaux. Exprimez le résultat en dollars de coût neuf avec le multiplicateur $(1+\tau_I)(1+\tau_E)$ du chapitre 21, puis expliquez pourquoi une erreur de 5 % sur le périmètre au sol n'est pas protégée par la diversification de la proposition 22.2.

Exercice 22.7 — Métré de contrôle d'un plain-pied ★★★

Un plain-pied de 14,00 m sur 9,00 m (face externe), sans garage, a des murs extérieurs de 0,30 m, des murs d'ossature de 2,44 m, onze fenêtres de 1,20 × 1,40 m, deux portes extérieures de 0,91 × 2,03 m, neuf portes intérieures de 0,91 × 2,03 m, 38,0 m de cloisons intérieures et un toit à 6:12 avec débords de 0,40 m ; le sous-sol n'est pas fini. Le devis du constructeur indique 300 m² de gypse, 300 m² de peinture et 150 m² de couverture, aux prix unitaires du devis du sujet (27,47 \$/m², 10,12 \$/m² et 61,44 \$/m²). Recalculez ces trois quantités avec les règles de la section 22.3 (plafond net, murs extérieurs nets, cloisons sur deux faces, portes intérieures déduites sur deux faces), qualifiez les écarts avec les tolérances du chapitre, chiffrez l'effet sur le coût direct puis sur le coût neuf avec un multiplicateur de 1,3304, et rédigez en quelques lignes la réserve que l'évaluateur consignerait dans son rapport.

Pour aller plus loin

La hiérarchie des méthodes de coût, de la comparaison unitaire au métré détaillé, est exposée dans Appraisal Institute (2026), dont les chapitres sur l'estimation du coût fixent le vocabulaire du *quantity survey* et de l'*unit-in-place* repris ici ; Rattermann (2020) en offre une version pédagogique avec des exemples chiffrés, et UBC Real Estate Division (2010) l'adapte au contexte canadien. Le glossaire de Appraisal Institute (2022) fixe les définitions, et Achour (1992) donne la terminologie française du métré et du bordereau dans l'évaluation québécoise. La pratique du métré lui-même relève de la littérature de l'économie de la construction plutôt que de celle de l'évaluation : les données RSMeans (RSMeans 2025) et le manuel de Marshall & Swift (2025) documentent les conventions de mesure, les pertes et les productivités par poste, et le guide d'Altus (Altus Group 2026a) situe les coûts canadiens par ville ; ces sources sous licence doivent être consultées dans leur édition courante. Pour la tradition britannique, où le *quantity surveyor* est une profession réglementée distincte de l'évaluateur, Wyatt (2022) et Scarrett et Osborn (2014) exposent la méthode de l'entrepreneur et ses limites. Deux lectures de la littérature empirique éclairent enfin le lien entre quantités et valeur : Sirmans et al. (2005) recensent les caractéristiques physiques que les modèles hédoniques retiennent, superficie, nombre de pièces, garage, sous-sol fini, qui sont précisément celles que le métré mesure, et Krause et Lipscomb (2016) rappellent les contrôles de cohérence d'unités et de plausibilité que toute donnée de superficie doit subir avant d'entrer dans un modèle, contrôles dont le métré de contrôle du présent chapitre est l'analogue pour les coûts.

23

Coûts directs et indirects

Le coût neuf d'un bâtiment n'est pas un chiffre que l'on lit ; c'est une somme que l'on construit, poste par poste, en décidant à chaque fois ce que l'on compte, où on le compte et à quel prix. Le chapitre 21 a posé l'identité $C_N = D + I + E$ et le chapitre 22 a montré comment les quantités deviennent des coûts directs ; le présent chapitre descend dans la structure de ces trois termes. Il décrit d'abord ce que contiennent les coûts directs, c'est-à-dire les matériaux, la main-d'œuvre régie au Québec par les conventions collectives de l'industrie de la construction, l'équipement et la sous-traitance ; il analyse ensuite les coûts indirects, honoraires, permis, assurances, taxes de vente et surtout le financement intérimaire, dont la formule usuelle est dérivée puis appliquée avec un taux documenté ; il traite de l'incitatif de l'entrepreneur, de son assiette et de ce qui le distingue du profit réalisé ; il examine les coûts d'infrastructure et les contributions municipales, dont celle pour fins de parcs ; et il replace l'ensemble dans la conjoncture québécoise de 2020 à 2026, pendant laquelle les coûts de construction ont progressé plus vite que tout autre poste de l'évaluation. Le devis synthétique du sujet du cas 1, repris à l'identique du chapitre 21, sert d'exemple intégral, prolongé par une transposition déclarée au douze-logements du cas 3.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- décomposer un coût direct en matériaux, main-d'œuvre, équipement et sous-traitance, situer la frontière avec les coûts indirects et reconnaître les conventions de classement qui déplacent cette frontière ;
- décrire le cadre québécois qui conditionne ces coûts : conventions collectives sectorielles de la construction, licence d'entrepreneur, plan de garantie des bâtiments résidentiels neufs, permis et contributions municipales ;
- dériver la formule des intérêts intérimaires $I_{\text{fin}} \approx L\,i\,T/2$, en connaître les variantes et les limites, et la calculer avec un taux documenté ;
- traiter les taxes de vente et leurs remboursements selon le profil de l'acheteur, en distinguant ce qui est vérifié de ce qui ne l'est pas ;
- définir l'incitatif de l'entrepreneur, choisir et déclarer son assiette, convertir une marge sur le coût en marge sur le prix et l'extraire du marché ;

- lire les indices de prix de la construction de Statistique Canada par type d'immeuble, par région et par division de travaux, et en tirer une décomposition raisonnée de la hausse de 2020-2026 ;
- établir la structure complète d'un coût neuf, en mesurer les ratios et la sensibilité à la durée du chantier, au taux intérimaire et à la part des indirects.

23.1 La structure du coût neuf et la frontière entre direct et indirect

23.1.1 Trois blocs, une seule contrainte de cohérence

Le coût neuf d'un bâtiment se compose de coûts directs, de coûts indirects et de l'incitatif de l'entrepreneur. Les coûts directs (*hard costs*) sont les déboursés qui s'incorporent physiquement à l'ouvrage ou qui sont nécessaires à son édification sur le chantier ; les coûts indirects (*soft costs*) sont ceux qui accompagnent le projet sans se matérialiser dans l'ouvrage ; l'incitatif est la rémunération que le marché doit offrir à celui qui organise le projet et en porte le risque (Appraisal Institute 2026 ; Appraisal Institute 2022). Si l'on note D_k le coût du poste direct k, I_j celui du poste indirect j et E l'incitatif, le coût neuf s'écrit

$$C_N = \sum_{k=1}^{K} D_k + \sum_{j=1}^{J} I_j + E = D + I + E, \tag{23.1}$$

et les conventions de l'ouvrage, fixées au chapitre 21, expriment les indirects en proportion des directs, $I = \tau_I D$, et l'incitatif en proportion de la somme des deux, $E = \tau_E(D + I)$, de sorte que $C_N = D(1 + \tau_I)(1 + \tau_E)$. L'équation (23.1) paraît triviale ; elle cache la seule véritable difficulté du chapitre, qui est de décider dans quelle somme chaque dépense entre. Une même dépense, la supervision du chantier par exemple, peut être classée dans les frais généraux de l'entrepreneur général, donc dans D, ou dans les frais du promoteur, donc dans I ; le classement change τ_I sans changer $D + I$, mais il change E si l'assiette de l'incitatif n'est que D, et il rend incomparables deux taux d'indirects mesurés sous des conventions différentes. La règle est donc moins « le bon classement » que la cohérence : le taux d'indirects appliqué à un bâtiment doit avoir été mesuré avec la même définition des directs, et l'incitatif ne doit pas rémunérer deux fois la même chose.

Définition 23.1 : Coûts directs et coûts indirects

Les **coûts directs** D sont les coûts des matériaux, de la main-d'œuvre, de l'équipement et des sous-traitants incorporés à l'ouvrage ou nécessaires à son édification sur le site, y compris les frais généraux de chantier (installations temporaires, supervision sur place, nettoyage) et la marge des sous-traitants incluse dans leurs prix. Les **coûts indirects** I sont les coûts du projet qui ne se matérialisent pas dans l'ouvrage : honoraires professionnels, études et permis, assurances et cautionnements, financement intérimaire, frais juridiques et administratifs, taxes non récupérables, mise en marché. La frontière entre les deux est une convention à déclarer, non une propriété de la dépense.

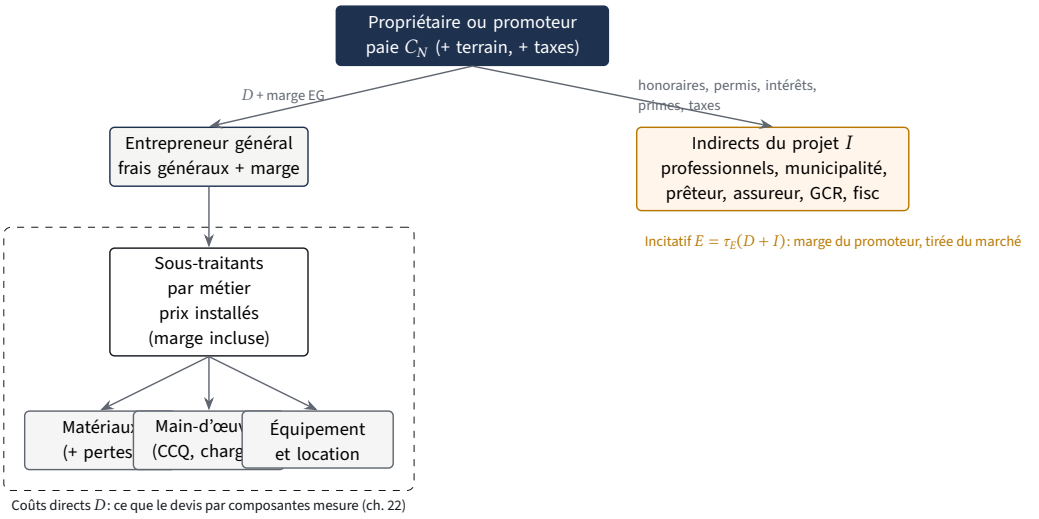


FIGURE 23.1. Chaîne des coûts d'une construction résidentielle : le propriétaire ou le promoteur paie l'entrepreneur général et les coûts indirects du projet ; l'entrepreneur général paie des sous-traitants dont les prix installés incluent déjà matériaux, main-d'œuvre, équipement et marge. L'incitatif de l'entrepreneur rémunère le niveau supérieur de la chaîne et ne doit pas se superposer aux marges déjà incluses dans les prix.
Source : schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch23.tex`).

23.1.2 Qui paie quoi : la chaîne des coûts

La figure 23.1 représente la chaîne qui relie le propriétaire final aux facteurs de production. Le promoteur ou le propriétaire qui fait construire paie l'entrepreneur général, les professionnels, la municipalité, le prêteur et l'assureur ; l'entrepreneur général paie ses sous-traitants, son personnel de chantier et ses fournisseurs ; chaque sous-traitant paie à son tour ses ouvriers, ses matériaux et ses équipements, et inclut dans son prix ses frais généraux et son profit. Trois marges distinctes apparaissent ainsi dans un coût neuf, celle des sous-traitants, celle de l'entrepreneur général et celle du promoteur, et c'est la dernière seulement que l'évaluateur nomme incitatif de l'entrepreneur lorsqu'il travaille sur des prix de sous-traitants installés, comme le fait le devis du cas 1. Lorsque le propriétaire traite directement avec un entrepreneur général qui construit « clés en main », la marge de ce dernier et l'incitatif se confondent en partie ; lorsqu'il s'agit d'un promoteur qui vend des maisons neuves, les trois niveaux coexistent et le prix de vente les contient tous, ce qui est précisément ce qui permet d'extraire l'incitatif du marché (section 23.4).

23.1.3 Le classement par nature et le classement par poste

Deux grilles de lecture se superposent dans tout devis. La première classe les coûts par **poste** ou corps de métier (fondations, charpente, enveloppe, finition, mécanique, électricité), c'est la grille du métré et du chapitre 22. La seconde les classe par *nature* économique : matériaux, main-d'œuvre, équipement, services et sous-traitance. La seconde est celle qui compte pour comprendre l'évolution des coûts, parce que les prix des matériaux, les salaires et les coûts d'équipement obéissent à des déterminants différents et évoluent à des rythmes différents, comme la section 23.6 le montre à partir des divisions de l'indice de Statistique Canada. Un devis par composantes bâti sur des prix installés ne distingue pas les deux

natures à l'intérieur d'un poste ; il faut alors recourir à une décomposition conventionnelle, poste par poste, qui attribue à chacun une nature dominante. Le tableau 23.1 propose cette lecture croisée pour les postes usuels d'une maison unifamiliale et signale, pour chacun, le piège de classement le plus fréquent.

23.2 Les coûts directs

23.2.1 Le prix unitaire installé et ses composantes

Le devis par composantes du chapitre 21 et le métré du chapitre 22 aboutissent l'un et l'autre à des prix unitaires installés, c'est-à-dire au prix qu'un sous-traitant facture pour livrer et poser une unité d'ouvrage. Ce prix agrège les quatre natures de coûts directs et la marge du métier. Pour le poste k, si m_k est le coût des matériaux par unité d'ouvrage, π_k le taux de pertes et de chutes qui majore la quantité de matériaux à acheter, h_k le nombre d'heures de main-d'œuvre par unité, w_k le taux horaire de base du métier, ϕ le taux des avantages sociaux et des charges qui s'ajoutent au salaire, e_k le coût d'équipement par unité et γ_k la marge du sous-traitant sur ses coûts, on a

$$p_k = \big[\, m_k(1+\pi_k) + h_k\, w_k(1+\phi) + e_k \,\big]\,(1+\gamma_k). \tag{23.2}$$

L'équation (23.2) n'est pas destinée à être calculée terme à terme pour chaque poste d'une évaluation courante, ce qui exigerait les données d'un estimateur d'entrepreneur ; elle sert à comprendre ce que contient un **prix installé** et ce qui le fait bouger. La part de la main-d'œuvre dans le prix, $\lambda_k = h_k w_k(1+\phi)/[m_k(1+\pi_k)+h_k w_k(1+\phi)+e_k]$, détermine la sensibilité du poste aux conventions collectives ; la part des matériaux, sa sensibilité aux prix du bois, de l'acier ou du béton. Agrégée sur le bâtiment, la part de la main-d'œuvre $\lambda = \sum_k \lambda_k D_k / D$ relie directement une hausse salariale à la variation du coût direct.

Proposition 23.1 : Transmission d'une hausse salariale au coût direct

Soit un bâtiment dont le coût direct D comporte une part λ de main-d'œuvre (salaires et charges) et dont les autres composantes restent constantes. Une hausse uniforme de g des taux horaires de tous les métiers, à heures et à marges proportionnelles inchangées, accroît le coût direct de

$$\frac{\Delta D}{D} = \lambda\, g, \tag{23.3}$$

et le coût neuf de $\Delta C_N = \lambda\, g\, D\,(1+\tau_I)(1+\tau_E)$ lorsque les indirects et l'incitatif sont exprimés en taux.

Démonstration. Par l'équation (23.2), le terme de main-d'œuvre du poste k devient $h_k w_k(1+g)(1+\phi)$ et le prix installé augmente de $p'_k - p_k = (1+\gamma_k)\, h_k w_k\, g\,(1+\phi) = \lambda_k\, g\, p_k$; la variation du poste est donc $\Delta D_k = \lambda_k g D_k$ puisque la marge s'applique proportionnellement. En sommant, $\Delta D = g \sum_k \lambda_k D_k = \lambda g D$. Si $I = \tau_I D$ et $E = \tau_E(D+I)$, alors $C_N = D(1+\tau_I)(1+\tau_E)$ est linéaire en D, d'où $\Delta C_N = \Delta D(1+\tau_I)(1+\tau_E)$. □

La proposition suppose que les indirects suivent les directs, ce qui est vrai des honoraires exprimés en pourcentage du coût des travaux et du financement, mais faux des permis forfaitaires ; elle suppose aussi que les heures ne changent pas, alors qu'une hausse des

Tableau 23.1. Typologie des coûts d'une construction résidentielle par bloc et par nature dominante, et piège de classement associé.

Bloc	Exemples de postes	Nature dominante	Piège de classement
Directs : site et fondations	Excavation, remblai, semelles et murs de béton, dalle, drain, raccordements	Équipement (excavation) ; mixte béton-main-d'œuvre ; services (raccordements)	Les raccordements sont déjà dans la valeur d'un terrain viabilisé estimé par comparaison
Directs : structure et enveloppe	Charpente, fermes, couverture, revêtement, isolation, ouvertures	Mixte ; matériaux (fermes, fenêtres, portes)	Les fenêtres livrées incluent la marge du fabricant, pas la pose
Directs : finition et mécanique	Gypse, peinture, planchers, armoires, plomberie, électricité, CVCA	Main-d'œuvre (gypse, peinture) ; matériaux (armoires, thermopompe) ; mixte	Les appareils (électroménagers) ne sont pas de l'immobilier
Directs : frais de chantier	Conteneurs, nettoyage, installations temporaires, supervision sur place	Services ; main-d'œuvre	Tantôt dans les prix unitaires, tantôt poste séparé, tantôt dans les indirects
Indirects	Plans et honoraires, permis et études, assurances et cautionnement, financement intérimaire, frais juridiques, mise en marché, taxes non récupérables	Services professionnels ; coût du capital ; prélèvements	Les intérêts sur le terrain sont comptés une fois ; les taxes dépendent du profil de l'acheteur
Incitatif	Rémunération du risque et de la coordination du promoteur	Marge	Ne pas superposer aux marges des sous-traitants et de l'entrepreneur général

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026) et la structure du devis synthétique du cas 1 (`data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv`).

salaires incite à substituer des matériaux préfabriqués à la main-d'œuvre sur place. Elle donne néanmoins un ordre de grandeur immédiatement utile. Pour le sujet du cas 1, dont les coûts directs s'élèvent à 298 826,17 $, une hausse de 8 % des taux horaires, celle qu'a connue le secteur résidentiel de la construction en juillet 2025, accroît le coût direct de 8 367 $ si la part de la main-d'œuvre est de 35 %, de 9 562 $ si elle est de 40 % et de 11 953 $ si elle est de 50 %, soit de 2,8 à 4,0 % ; avec les taux d'indirects et d'incitatif du devis, le coût neuf augmente de 11 132 $ à 15 903 $. Ces parts de main-d'œuvre sont des hypothèses de travail, non des mesures : le devis synthétique ne sépare pas les natures à l'intérieur des prix installés, et aucune statistique publique ne donne la part de la main-d'œuvre dans le coût d'une maison québécoise. La section 23.6 montre toutefois que la hausse annuelle de l'indice des prix de la construction, 8,6 % au troisième trimestre de 2026, dépasse ce qu'une hausse salariale de 8 % peut expliquer à elle seule, même avec une part de main-d'œuvre de moitié : les matériaux et les marges y contribuent nécessairement.

23.2.2 La main-d'œuvre : le régime québécois des conventions collectives

Au Québec, les conditions de travail de l'industrie de la construction ne sont pas négociées chantier par chantier : la Loi sur les relations du travail, la formation professionnelle et la gestion de la main-d'œuvre dans l'industrie de la construction (Québec 1968) organise une négociation sectorielle dont les conventions collectives, administrées par la Commission de la construction du Québec (CCQ), fixent pour chaque métier et chaque secteur les taux de salaire, les avantages sociaux, les primes, les indemnités de déplacement et les heures. Quatre secteurs coexistent, résidentiel, institutionnel et commercial, industriel, génie civil et voirie, et le secteur résidentiel se subdivise lui-même en résidentiel léger et résidentiel lourd selon la taille du bâtiment. Il en résulte que le taux horaire d'un charpentier-menuisier ou d'un électricien n'est pas un prix de marché que l'évaluateur estime, mais une donnée publique qu'il consulte : la CCQ diffuse les taux par métier et par secteur dans son outil des taux de salaire (Commission de la construction du Québec 2026). Le présent ouvrage ne reproduit pas ces taux, qui changent chaque année à date fixe et qui doivent être lus à la date d'évaluation ; il en décrit la mécanique.

Les conventions 2025-2029 illustrent cette mécanique et ses nuances sectorielles. Dans les secteurs institutionnel-commercial et industriel, l'entente conclue au printemps 2025 prévoit des majorations de 8 % au 27 avril 2025, de 5 % au 26 avril 2026, de 5 % au 25 avril 2027 et de 4 % au 30 avril 2028, puis une protection contre l'inflation au 29 avril 2029 fixée par l'indice des prix à la consommation majoré d'un demi-point, bornée entre 2,5 et 4 % ; une grille identique a été convenue en génie civil et voirie (Association de la construction du Québec 2025). Dans le secteur résidentiel, qui est celui des maisons et des petits immeubles, l'entente a été ratifiée plus tard : les nouveaux taux sont entrés en vigueur le 27 juillet 2025 avec une majoration de 8 % (Commission de la construction du Québec 2025), et les majorations des années suivantes ont été renvoyées à l'arbitrage ; la page des taux de la CCQ affiche, au 26 avril 2026, une majoration de 5,5 % pour le résidentiel léger et de 5 % pour le résidentiel lourd et les autres secteurs. Le chapitre 21 a cité la grille 8, 5, 5 et 4 % telle que relayée par un guide de coûts ; la lecture des documents sectoriels précise qu'elle décrit les secteurs institutionnel-commercial, industriel et génie civil, et que le résidentiel suit une trajectoire voisine mais distincte. Pour l'évaluateur, trois conséquences. Les hausses salariales sont connues d'avance et datées, ce qui permet de les intégrer à l'indexation d'un devis ou d'une soumission au jour près. Le taux horaire n'est qu'une partie du coût horaire : les avantages

sociaux, les cotisations et les charges de l'employeur s'y ajoutent, et c'est le coût horaire chargé, $w(1 + \phi)$ dans l'équation (23.2), qui entre dans les prix. Enfin, l'autoconstruction, permise sans licence pour la maison unifamiliale destinée à l'usage personnel de celui qui la construit (Québec 1985b, art. 49), échappe pour partie à ce régime et ne produit pas un coût de marché, comme le chapitre 21 l'a rappelé.

23.2.3 Matériaux, pertes et équipement

Les matériaux se paient au prix des fournisseurs, majoré des pertes et des chutes que la pose entraîne : le gypse se coupe, le bardeau se perd dans les noues, le bois de charpente se commande en longueurs standard. Le taux de pertes π_k de l'équation (23.2) varie selon le matériau et la complexité du plan ; le chapitre 22 en a traité comme règle de mesure, et il suffit ici de noter que les prix installés des sous-traitants l'incluent déjà, alors qu'un métré de matériaux bruts doit l'ajouter. Les prix des matériaux sont la composante la plus volatile du coût direct : la section 23.6 montre que l'indice de la division « bois, plastiques et composites » de l'indice des prix de la construction de Montréal a progressé de 85 % entre le premier trimestre de 2020 et le quatrième trimestre de 2022, puis a reculé, alors que les divisions à forte main-d'œuvre évoluaient de façon régulière. L'équipement, enfin, est tantôt possédé, tantôt loué ; son coût par unité d'ouvrage, e_k, est élevé pour l'excavation et le terrassement, faible pour la finition, et il inclut le carburant et l'opérateur lorsque la machine est louée avec lui. Dans un devis par composantes, ces trois natures sont fondues dans des prix installés, et la lecture par nature que propose le tableau 23.5 de l'exemple intégral n'est qu'une attribution dominante, utile pour raisonner sur l'évolution des coûts, non une comptabilité.

23.2.4 La sous-traitance et les frais généraux de chantier

La plupart des maisons québécoises sont construites par un entrepreneur général qui confie chaque corps de métier à un sous-traitant et conserve la coordination, la supervision, les installations temporaires et parfois la charpente. Les prix des sous-traitants incluent leurs frais généraux et leur profit ; les frais généraux de chantier de l'entrepreneur général (roulotte, clôtures, conteneurs, nettoyage, supervision sur place, assurances de chantier lorsqu'il les souscrit lui-même) s'y ajoutent, et sa marge vient par-dessus. Le devis du cas 1 illustre la difficulté de classement que cette organisation engendre : il traite les conteneurs et le nettoyage comme un poste direct (2 746,83 $), mais classe la supervision du chantier, vingt-six semaines de salaires pour 35 708,66 $, parmi les indirects. Ce choix n'est pas fautif, il est conventionnel ; il a pour effet de porter le taux d'indirects à 20,95 % des directs alors qu'il ne serait que de 9,00 % si la supervision était reclassée dans les frais généraux de chantier, comme le chapitre 21 l'a signalé et comme l'exercice 21.5 l'a fait calculer. L'évaluateur qui compare ce taux à une fourchette « de marché » doit savoir laquelle des deux conventions cette fourchette suppose.

23.3 Les coûts indirects

23.3.1 Honoraires professionnels, études et permis

Les honoraires des professionnels, architecte, technologue, ingénieur en structure ou en mécanique, arpenteur-géomètre pour le certificat de piquetage et le certificat de localisation, sont le premier poste indirect de tout projet. Pour une maison unifamiliale, les plans sont souvent produits par un technologue ou achetés sur catalogue puis adaptés, et le coût en est modeste ; pour un immeuble de logements, la conception, la coordination des disciplines et la surveillance des travaux représentent un pourcentage significatif du coût des travaux, et les honoraires sont fréquemment convenus en proportion de ce coût, ce qui les rend sensibles à la hausse des directs comme la proposition 23.1 le suppose. Les études préalables, étude géotechnique, test de percolation hors des réseaux, caractérisation environnementale lorsque l'historique du site l'exige (chapitre 43), s'y ajoutent. Les permis et les frais municipaux forment un poste distinct : le permis de construction est tarifé par chaque municipalité, souvent en proportion de la valeur déclarée des travaux, et les données ouvertes des permis de Montréal et de Québec donnent, à défaut de tarifs, les coûts déclarés des projets autorisés (Ville de Montréal 2026d ; Ville de Québec 2026b), avec la réserve que ces déclarations n'ont pas de valeur légale et sont souvent sous-estimées. Dans le devis du cas 1, « permis et études » (4 481,67 $, soit 1,50 % des directs) et « plans et honoraires professionnels » (10 119,90 $, soit 3,39 %) représentent ensemble 4,89 % des coûts directs.

23.3.2 Assurances, cautionnements et garantie des bâtiments neufs

Le chantier doit être assuré contre les dommages à l'ouvrage en cours (assurance « tous risques chantier ») et la responsabilité civile de l'entrepreneur doit être couverte ; les cautionnements d'exécution et de paiement des sous-traitants et des fournisseurs, usuels dans les contrats publics, sont moins fréquents dans le résidentiel privé mais existent pour les projets d'une certaine taille. Le cadre québécois ajoute deux éléments propres. La licence d'entrepreneur, obligatoire pour quiconque exerce les fonctions d'entrepreneur de construction (Québec 1985b, art. 46), s'accompagne d'un cautionnement de licence et de frais annuels (Régie du bâtiment du Québec 2026d), que l'entrepreneur répercute dans ses frais généraux. Le plan de garantie des bâtiments résidentiels neufs, obligatoire pour les maisons unifamiliales isolées, jumelées ou en rangée, pour les immeubles de deux à cinq logements et pour les copropriétés comprenant au plus quatre parties privatives superposées (Québec 1998, art. 2), est administré par Garantie de construction résidentielle (GCR), auprès de laquelle l'entrepreneur doit être accrédité et enregistrer chaque bâtiment (Garantie de construction résidentielle 2026c). L'accréditation comporte des frais d'adhésion, un cautionnement dont le montant dépend de la cote de qualité de l'entrepreneur et du nombre d'unités, et des frais d'enregistrement par bâtiment ; la page d'accréditation de GCR consultée le 31 octobre 2026 indique des frais d'adhésion de 556,48 $, taxes comprises, mais ne chiffre pas les frais d'enregistrement, de sorte que le coût de la garantie par maison n'est pas vérifié ici et doit être obtenu de l'entrepreneur. Ce poste a deux particularités qui importent à l'évaluateur. D'une part, il n'existe que pour les bâtiments visés : un immeuble de douze logements comme celui du cas 3 n'est pas couvert par le plan obligatoire, et son coût neuf ne doit pas contenir de prime de garantie. D'autre part, la garantie protège l'acheteur (parachèvement, malfaçons un an, vices cachés trois ans, vices de conception et du sol cinq ans, avec des plafonds par unité (Québec 1998, art. 10, 13 et 14)) et elle est transférable à l'acquéreur subséquent pendant sa durée ; une maison neuve vendue par un entrepreneur accrédité porte donc, pendant cinq

ans, un attribut que n'a pas une maison autoconstruite, et le marché peut le payer.

23.3.3 Le financement intérimaire : dérivation de la formule

Le financement intérimaire, ou prêt de construction, est le coût du capital emprunté pendant le chantier. Il se distingue de l'hypothèque permanente qui le remplace à la livraison : le prêt de construction est déboursé par tranches au rythme de l'avancement des travaux, généralement après inspection, et porte intérêt sur le solde tiré, à un taux variable fondé sur le taux préférentiel des banques majoré d'une prime, avec des frais d'ouverture et d'inspection. L'intérêt total dépend donc du profil des tirages, du taux et de la durée. La pratique le résume par une formule que le chapitre 21 a citée sans la démontrer : les intérêts valent approximativement la moitié du produit du prêt par le taux et par la durée. La proposition suivante en donne la dérivation et les variantes.

Proposition 23.2 : Intérêts intérimaires sous tirage uniforme

Soit un prêt de construction d'un montant total L déboursé à un rythme constant sur une durée T (en années) et portant intérêt simple au taux annuel i sur le solde tiré. Alors :

1. en temps continu, le solde à l'instant t est $B(t) = L\,t/T$ et les intérêts cumulés valent
$$I_{\text{fin}} = \int_0^T i\,B(t)\,\mathrm{d}t = \frac{L\,i\,T}{2}, \tag{23.4}$$
c'est-à-dire l'intérêt sur le solde moyen $L/2$ pendant toute la durée ;
2. avec n tirages mensuels de L/n en début de mois et un intérêt mensuel de $i/12$ sur le solde du mois,
$$I_{\text{fin}}^{(n)} = \frac{i}{12}\,\frac{L}{n}\sum_{k=1}^{n} k = \frac{L\,i\,T}{2}\cdot\frac{n+1}{n}, \qquad n = 12\,T, \tag{23.5}$$
qui excède la version continue d'un facteur $(n+1)/n$ et converge vers elle quand n croît ;
3. si une mise de fonds Q finance les premiers déboursés d'un coût total C tiré uniformément, le prêt $L = C - Q$ ne commence qu'à $t_0 = T\,Q/C$ et
$$I_{\text{fin}} = \frac{L\,i\,(T - t_0)}{2} = \frac{L\,i\,T}{2}\left(1 - \frac{Q}{C}\right). \tag{23.6}$$

Démonstration. (1) Le tirage à taux constant L/T donne $B(t) = Lt/T$; l'intérêt instantané est $i\,B(t)$, et $\int_0^T i\,Lt/T\,\mathrm{d}t = (iL/T)\,T^2/2 = LiT/2$. (2) Après k tirages, le solde est kL/n ; l'intérêt du mois k vaut $(i/12)(kL/n)$; la somme des entiers de 1 à n est $n(n+1)/2$, d'où $I^{(n)} = (i/12)(L/n)\,n(n+1)/2 = iL(n+1)/24$; avec $n = 12T$, $iL(n+1)/24 = (LiT/2)\,(n+1)/n$. (3) Les déboursés cumulés valent Ct/T ; la mise de fonds est épuisée à t_0 tel que $Ct_0/T = Q$; à partir de t_0, le solde du prêt croît linéairement de 0 à L sur une durée $T - t_0$, et l'application de (1) sur cette durée donne $Li(T - t_0)/2$; enfin $T - t_0 = T(1 - Q/C)$. □

Trois remarques complètent la proposition. Premièrement, si les intérêts ne sont pas

payés mensuellement mais capitalisés dans le prêt, ce qui est fréquent lorsque le prêteur finance une réserve d'intérêts, le solde porteur d'intérêt croît un peu plus vite et le total est légèrement supérieur à l'équation (23.5) ; la fonction `interets_intermediaires` de la bibliothèque `traite.finance` calcule les trois variantes, continue, mensuelle simple et mensuelle capitalisée. Deuxièmement, la formule suppose un tirage uniforme ; un chantier réel concentre ses déboursés à certains moments (fondations et charpente tôt, finition tard), et un profil en S donne un solde moyen différent de $L/2$; l'écart reste modeste pour une maison sur quelques mois, il ne l'est plus pour un immeuble sur deux ans, et la méthode correcte est alors l'échéancier de tirages. Troisièmement, l'équation (23.4) s'inverse : un montant d'intérêts connu révèle le produit $iT = 2I_{\text{fin}}/L$, ce qui permet de contrôler la vraisemblance d'un forfait de financement figurant dans un devis.

Le taux à retenir mérite une attention particulière. Un prêt de construction résidentiel est en pratique tarifé au-dessus du taux préférentiel, à taux variable, et son niveau n'est publié par aucune source officielle ; les données publiques de la Banque du Canada donnent des repères encadrants. Au 28 octobre 2026, le taux hypothécaire affiché à cinq ans pour un prêt conventionnel des banques à charte était de 6,19 % (Banque du Canada 2026c) ; en août 2026, les taux effectivement consentis sur les fonds avancés étaient de 4,58 % pour les prêts non assurés à taux fixe de cinq ans et plus, de 4,34 % pour l'ensemble des prêts non assurés et de 3,90 % pour les prêts non assurés à taux variable (Banque du Canada 2026b) ; le taux directeur venait d'être relevé à 2,50 % (Banque du Canada 2026a). Le chapitre retient le taux affiché de 6,19 % comme taux de référence documenté, parce qu'il est une borne haute publique et datée pour un emprunteur résidentiel, et il traite le taux comme un paramètre de sensibilité de 4 à 9 % dans la section 23.8. Il ne s'agit pas d'une estimation du taux d'un prêt de construction, que l'évaluateur doit obtenir des prêteurs à la date d'évaluation, mais d'une convention de calcul déclarée.

23.3.4 Le financement intérimaire : application au cas 1

Le devis du cas 1 inscrit le financement intérimaire comme un forfait de 8 529,63 $. La proposition 23.2 permet d'en vérifier la vraisemblance. Les coûts directs et indirects hors financement s'élèvent à $C = 352\,895{,}22$ $; si l'entrepreneur finançait la totalité de ce montant par un prêt tiré uniformément pendant les 26 semaines de supervision du devis, soit $T = 0{,}5$ an, au taux de référence de 6,19 %, les intérêts vaudraient $352\,895{,}22 \times 0{,}0619 \times 0{,}5/2 = 5\,461{,}05$ $ en temps continu, 6 371,23 $ avec six tirages mensuels (facteur 7/6) et 6 426,29 $ si les intérêts étaient capitalisés. Le forfait du devis est supérieur à ces trois montants ; le produit iT qu'il implique, $2 \times 8529{,}63/352\,895{,}22 = 0{,}0483$, correspond à une durée de 9,4 mois au taux de 6,19 %, ou à un taux de 9,67 % sur six mois. L'interprétation la plus naturelle est que le forfait couvre une période de financement plus longue que la seule présence du surintendant sur le chantier, puisque le prêt court de l'achat des matériaux de fondation à la vente ou au refinancement, et qu'il inclut des frais d'ouverture et d'inspection que la formule ignore ; elle est compatible avec un chantier de neuf mois au taux de référence. Le chapitre conserve donc le forfait du devis dans le coût neuf central, par cohérence avec le chapitre 21, et mesure dans la section 23.8 ce que son remplacement par un calcul explicite changerait : avec six mois à 6,19 %, le coût neuf passerait de 397 567,33 $ à 394 191,90 $, une baisse de 3 375,43 $ ou 0,85 %, parce que la réduction du poste se répercute sur l'incitatif assis sur $D + I$. L'équation (23.6) montre enfin l'effet d'une mise de fonds : si le constructeur finance lui-même le premier quart des déboursés et emprunte le reste sur neuf mois, le prêt

ne commence qu'après 2,25 mois et les intérêts tombent à 4 607,76 $, contre 8 191,58 $ pour un prêt couvrant la totalité des coûts sur la même durée.

23.3.5 Mise en marché, frais de vente et frais du promoteur

Lorsque le bâtiment est destiné à la vente, le promoteur supporte des frais de mise en marché (publicité, maison modèle, bureau des ventes), des commissions de courtage et des frais juridiques de vente qui n'existent pas pour un propriétaire qui fait construire sa propre maison. Leur traitement dans le coût neuf dépend de la question posée. Pour estimer la valeur marchande d'une maison existante par le coût, on cherche le coût du substitut que l'acheteur typique obtiendrait sur le marché, c'est-à-dire le prix d'une maison neuve comparable ; ce prix contient la mise en marché et les frais de vente du promoteur, et il est cohérent de les inclure dans les indirects, ou de les laisser absorbés par un incitatif mesuré sur des prix de vente qui les contiennent, mais pas les deux. Pour une valeur assurable ou pour le coût de remplacement d'un bâtiment que le propriétaire reconstruirait pour lui-même, ces frais n'ont pas lieu d'être. Les frais d'administration du promoteur, comptabilité, gestion de projet hors chantier, frais de bureau, relèvent de la même logique : ils sont réels pour un promoteur, et c'est l'une des raisons pour lesquelles l'incitatif, qui les rémunère en partie, ne se confond pas avec un simple profit.

23.3.6 Les taxes de vente et les remboursements pour habitation neuve

La vente d'une habitation neuve par un constructeur est assujettie à la taxe sur les produits et services et à la taxe de vente du Québec, alors que la revente d'une habitation usagée en est en règle générale exonérée. Le taux de la TPS est de 5 % et celui de la TVQ de 9,975 % ; l'Agence du revenu du Canada les présente ensemble dans sa table des taux par province, page modifiée le 1er avril 2025 et consultée le 31 octobre 2026. Les deux taxes s'appliquent au prix de vente avant taxes, terrain compris lorsque le constructeur vend le tout. Si l'on note t_F et t_Q les deux taux, V le prix ou la juste valeur marchande de l'habitation et $R_F(V)$, $R_Q(V)$ les remboursements auxquels l'acheteur a droit, le coût pour un acheteur qui ne récupère pas les taxes est

$$C^{\mathrm{TTC}} = V\,(1 + t_F + t_Q) - R_F(V) - R_Q(V), \tag{23.7}$$

tandis qu'un investisseur inscrit aux fichiers des taxes qui acquiert l'immeuble pour une activité taxable les récupère par **crédits de taxe sur les intrants** et supporte $C^{\mathrm{TTC}} = V$; la location résidentielle de longue durée étant exonérée, un investisseur qui construit un immeuble locatif ne récupère pas les taxes sur ses intrants de la même manière, et un régime de remboursement propre aux immeubles locatifs neufs existe, que le chapitre ne détaille pas faute de l'avoir vérifié. Les remboursements fédéraux sont décrits dans le guide RC4028 de l'Agence du revenu du Canada, révision d'octobre 2026, dont la lecture permet d'affirmer ce qui suit (Agence du revenu du Canada 2026). Le remboursement général pour habitation neuve est de 36 % de la TPS payée, jusqu'à un maximum de 6 300 $; il est accordé en entier lorsque la juste valeur marchande ne dépasse pas 350 000 $, il « est réduit lorsque la JVM de la maison se situe entre 350 001 $ et 449 999 $ » et il est nul à 450 000 $ et plus ; la règle de réduction est renvoyée au formulaire et n'est pas écrite dans le guide, de sorte que le chapitre l'applique comme une réduction linéaire entre les deux seuils en le signalant. Un remboursement distinct pour les acheteurs d'une première habitation s'applique lorsque la construction ou les rénovations majeures commencent le 20 mars 2025 ou après et avant

Tableau 23.2. Taxes de vente sur une habitation neuve équivalente au sujet du cas 1 (coût neuf 397 567 $ plus terrain hypothétique de 180 000 $) selon le profil de l'acheteur, dollars du T3 2026. Le remboursement de la TVQ est nul dans les trois cas (valeur supérieure à 300 000 $).

Profil de l'acheteur	Prix ($)	TPS ($)	TVQ ($)	Remb. TPS ($)	Taxes nettes (%)	Coût TTC ($)
Occupant, acheteur subséquent	577 567	28 878	57 612	0	14,98	664 058
Premier acheteur (travaux commencés après le 20 mars 2025)	577 567	28 878	57 612	28 878	9,98	635 180
Investisseur inscrit (activité taxable)	577 567	28 878	57 612	récup.	0,00	577 567

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch23_structure_couts.py`, fonction `taxes_profils` ; taux : (Agence du revenu du Canada 2025) ; remboursements : guide RC4028 Rév. 10/2026 (Agence du revenu du Canada 2026) et Revenu Québec (partiellement vérifié) ; valeur de terrain : hypothèse en attente du chapitre 25.

2031 : il rembourse la totalité de la TPS pour une habitation d'une valeur égale ou inférieure à un million de dollars, est réduit graduellement au-delà et devient nul à 1,5 million. Du côté provincial, Revenu Québec décrit un remboursement de la TVQ de 50 % de la taxe payée, plafonné à 9 975 $, réduit lorsque le prix dépasse 200 000 $ et nul à 300 000 $ et plus ; ces paramètres ont été lus par l'intermédiaire d'un moteur de recherche qui reproduisait la page officielle, cette page elle-même étant restée inaccessible lors de la rédaction, et ils sont donc tenus pour partiellement vérifiés.

Ces règles ont une conséquence nette pour le marché québécois de 2026 : aux prix courants des maisons neuves, les remboursements généraux sont presque toujours nuls, parce que la valeur de l'habitation terrain compris dépasse 450 000 $ au fédéral et 300 000 $ au provincial ; seul le remboursement fédéral pour premiers acheteurs modifie substantiellement le coût. Le tableau 23.2 l'illustre pour le sujet du cas 1 en supposant, à titre d'hypothèse en attente du chapitre 25, une valeur de terrain de 180 000 $: l'habitation neuve équivalente vaudrait 577 567 $ avant taxes ; la TPS s'élève à 28 878 $ et la TVQ à 57 612 $; un acheteur occupant qui n'en est pas à sa première habitation paie 86 491 $ de taxes nettes, soit 14,98 % du prix, et débourse 664 058 $; un premier acheteur dont la construction a commencé après le 20 mars 2025 récupère toute la TPS et paie 57 612 $, soit 9,98 % ; un investisseur inscrit qui destine l'immeuble à une activité taxable ne supporte aucune taxe nette. Sur le seul coût neuf du bâtiment, les deux taxes représentent 59 536 $, soit 14,975 % de 397 567 $. Pour l'évaluateur, la règle pratique est double : déclarer si le coût neuf est exprimé avant ou après taxes, et comparer des grandeurs homogènes ; une maison existante, exonérée à la revente, se compare à un substitut neuf dont le prix de marché est taxable, et l'acheteur typique du marché considéré détermine le traitement.

23.4 L'incitatif de l'entrepreneur

23.4.1 Rémunération anticipée du risque, non profit constaté

Le chapitre 21 a posé la distinction : l'**incitatif** (*entrepreneurial incentive*) est la rémunération anticipée nécessaire pour qu'un promoteur entreprenne le projet, le **profit** (*entre-*

preneurial profit) est la rémunération réalisée une fois le bien vendu, et c'est le premier qui entre dans le coût neuf (Appraisal Institute 2026). Il reste à préciser ce que l'incitatif rémunère, sur quelle assiette on le mesure et comment on l'extrait du marché. Il rémunère trois choses : le temps du promoteur et ses frais d'administration non comptés ailleurs ; le capital qu'il immobilise, au-delà des intérêts explicitement payés sur le prêt de construction, c'est-à-dire la mise de fonds et le terrain pendant la durée du projet ; et le risque, qui tient à l'incertitude des coûts, des délais et du prix de vente final. Geltner et al. (2014) montrent que, dans l'analyse d'un projet de développement, ce que l'évaluateur nomme incitatif est la contrepartie de la valeur actualisée des flux du promoteur, et que son niveau dépend de la durée, du levier et de la volatilité du marché à la livraison ; la théorie des options réelles, de Titman (1985) à Quigg (1993) et Cunningham (2006), explique en outre pourquoi le promoteur exige une prime d'autant plus élevée que l'incertitude des prix est grande, puisque construire, c'est renoncer à l'option d'attendre.

23.4.2 Assiettes et conversion des marges

Quatre assiettes sont utilisées en pratique pour exprimer l'incitatif en pourcentage : les coûts directs seuls, les coûts directs et indirects, le coût total y compris le terrain, et le prix de vente. Les deux premières ont été comparées au chapitre 21, qui a montré que leur écart vaut $D\,\tau_I\,\tau_E$ et que l'ouvrage retient la seconde. La troisième est celle des analystes de développement, pour qui le promoteur porte le risque sur l'ensemble de sa mise, terrain compris ; la quatrième est celle des constructeurs eux-mêmes, qui parlent de marge sur les ventes. Une marge de 10 % n'a donc pas le même sens selon l'assiette, et la conversion entre marge sur le coût et marge sur le prix est une identité à connaître. Si $m_c = E/C$ est la marge sur le coût C (quelle que soit la définition de C) et $m_p = E/(C+E)$ la marge sur le prix, alors

$$m_p = \frac{m_c}{1+m_c}, \qquad m_c = \frac{m_p}{1-m_p}; \tag{23.8}$$

un incitatif de 10 % des coûts directs et indirects correspond à une marge de 9,09 % du prix hors terrain, et une marge de 15 % sur le prix correspond à 17,6 % sur le coût. Lire une fourchette d'incitatifs sans en connaître l'assiette revient à ne rien lire. Le chapitre ne propose pas de fourchette chiffrée : aucune source publique québécoise n'en publie, les guides de coûts sous licence n'en donnent pas pour le marché résidentiel montréalais, et les ordres de grandeur qui circulent dans la pratique ne sont pas vérifiables ; le taux de 10 % du cas 1 reste l'hypothèse pédagogique déclarée au chapitre 21. Qualitativement, l'incitatif croît avec la durée du projet, avec la part des ventes non préalablement conclues, avec la taille et la complexité du bâtiment et avec la volatilité du marché ; il est faible pour une maison construite sur commande, payée par acomptes et livrée en quelques mois, et élevé pour un immeuble de condominiums vendu sur plans sur deux ans.

23.4.3 Extraction du marché et rendement implicite

La méthode correcte pour fixer l'incitatif est l'extraction à partir de projets comparables dont le prix de vente, la valeur du terrain et les coûts sont connus :

$$E = P - V_L - D - I, \tag{23.9}$$

où P est le prix de vente de la maison neuve, V_L la valeur du terrain à la date de l'achat par le promoteur et $D + I$ ses coûts de construction, financement compris. Le résultat est un profit réalisé pour chaque projet ; c'est la régularité de ce profit sur plusieurs projets et plusieurs promoteurs, en période de marché stable, qui en fait une mesure de l'incitatif requis. L'extraction exige des données que les constructeurs ne publient pas, mais que les entretiens, les prospectus de projets et les prix affichés des maisons neuves, décomposés entre terrain et bâtiment, permettent d'approcher ; elle est le pendant, pour le coût, de l'extraction du taux de capitalisation pour le revenu. Une seconde lecture, utile pour juger de la vraisemblance d'un incitatif, le convertit en rendement du capital engagé. Si le promoteur achète le terrain au départ et tire les coûts de construction uniformément pendant T, son capital moyen engagé est $V_L + (D + I)/2$ et le rendement annuel implicite de l'incitatif vaut

$$\rho = \frac{E}{T\left[V_L + (D + I)/2\right]}. \tag{23.10}$$

Pour le cas 1, avec $E = 36\,142{,}49\,\$$, un terrain hypothétique de 180 000 $ et une durée de neuf mois, $\rho = 13{,}4\ \%$ par année ; sur six mois, 20,0 %. Ce rendement rémunère le risque et le travail du promoteur en sus des intérêts du prêt de construction, qui sont déjà dans I, et des intérêts sur le terrain, qui ne sont comptés ni dans I ni ailleurs dans le devis ; il est l'une des façons de juger si un taux d'incitatif est plausible pour la durée et le risque d'un projet, et il explique pourquoi un même pourcentage ne convient pas à un chantier de six mois et à un projet de deux ans.

23.5 Coûts d'infrastructure et contributions municipales

23.5.1 Terrain brut, terrain viabilisé et coût du site

Le coût d'un bâtiment ne commence pas à la dalle. Entre le terrain brut et le terrain prêt à bâtir s'intercalent les infrastructures, rue, aqueduc, égouts, électricité et télécommunications jusqu'à la limite du lot, puis les raccordements du lot au réseau, et enfin les conditions que la municipalité attache au lotissement et au permis. Dans un quartier établi comme le secteur Hull du cas 1, le terrain est viabilisé depuis longtemps et sa valeur, estimée par comparaison avec des terrains desservis (chapitre 25), incorpore les infrastructures ; seuls les raccordements du lot (6 867,07 $ dans le devis) relèvent du coût du bâtiment. Dans un développement neuf, la logique s'inverse : le promoteur paie les infrastructures, les contributions municipales et le portage du terrain, et le prix des lots qu'il vend les contient. Le coût du site prêt à bâtir s'écrit alors

$$C_{\text{site}} = V_L^{\text{brut}} + C_{\text{infra}} + K_{\text{parcs}} + K_{\text{autres}} + I_{\text{portage}}, \tag{23.11}$$

où C_{infra} est le coût des infrastructures, K_{parcs} la **contribution pour fins de parcs**, K_{autres} les autres contributions et frais municipaux et I_{portage} le **coût de détention** du terrain pendant le développement, que Capozza et Helsley (1989) identifient comme l'une des composantes du prix d'un terrain urbain avec la valeur agricole, la rente d'accessibilité et la prime de croissance anticipée. L'équation (23.11) n'a de place dans la méthode du coût que dans un sens : vérifier que ce que l'on a mis dans la valeur du terrain n'est pas remis dans le coût du bâtiment. Le chapitre 41 développe l'analyse de développement proprement dite.

23.5.2 La contribution pour fins de parcs

La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme permet à une municipalité d'exiger, comme condition préalable à l'approbation d'un plan relatif à une opération cadastrale ou à la délivrance d'un permis de construction dans les cas qu'elle détermine (redéveloppement, lot issu de la rénovation cadastrale, nouvelles activités), que le propriétaire cède gratuitement un terrain ou une servitude pour fins de parcs, de terrains de jeux ou d'espaces naturels, verse une somme, ou combine les deux (Québec 1979a, art. 117.1 et 117.2). Le terrain cédé et la somme versée ne doivent pas excéder, respectivement, 10 % de la superficie et 10 % de la valeur du site, et leur combinaison ne doit pas excéder 10 % de la valeur du site (Québec 1979a, art. 117.4) ; la réforme de 2023 a précisé le régime (Québec 2023a). La valeur du site, selon le guide ministériel de la prise de décision en urbanisme consulté le 31 octobre 2026, est établie à la date de la réception de la demande de permis, soit à partir de la valeur inscrite au rôle, soit par un évaluateur agréé mandaté par la municipalité selon ce que prévoit son règlement, et la municipalité comme le propriétaire peuvent contester cette valeur devant le Tribunal administratif du Québec, sans que la contestation dispense le propriétaire de verser la contribution. La question de la valeur du site est ainsi, au Québec, l'un des mandats où l'évaluateur agréé intervient par disposition réglementaire ; la Cour suprême a rappelé en 2025, dans *Ville de Sainte-Julie c. Investissements Laroda*, qu'une cession excédant ce que la loi permet pour fins de parcs s'analyse en une réserve de terrains donnant droit à une indemnité fondée sur la valeur marchande (Cour suprême du Canada 2025). Pour la méthode du coût, la contribution est un coût du site, non du bâtiment : elle entre dans le prix d'un lot viabilisé et elle est déjà dans la valeur d'un terrain estimé par comparaison ; pour un site de 180 000 $, elle ne pourrait excéder 18 000 $ si elle était exigible, et elle ne l'est pas pour la reconstruction d'une maison sur un lot existant qui n'est ni loti ni redéveloppé.

23.5.3 Permis, frais d'infrastructure et autres contributions

Les municipalités tarifent le permis de construction, les branchements aux réseaux, les entrées charretières et, dans certains cas, des frais destinés à financer les infrastructures que la croissance rend nécessaires ; ces régimes varient d'une municipalité à l'autre et le chapitre n'en cite aucun montant, faute de les avoir vérifiés dans les règlements en vigueur à la date d'évaluation. Le principe demeure celui de l'équation (23.11) : ce qui conditionne la constructibilité du lot est un coût du site, ce qui conditionne l'édification du bâtiment (le permis, les inspections) est un coût indirect du bâtiment. Le devis du cas 1 range les permis avec les études dans un seul poste indirect de 4 481,67 $, convention admissible pour une maison et qu'il faut détailler pour un immeuble.

23.6 La conjoncture des coûts de construction, 2020-2026

23.6.1 Par type d'immeuble et par région

L'indice des prix de la construction de bâtiments (IPCB) de Statistique Canada, présenté au chapitre 21, mesure trimestriellement le prix que les entrepreneurs facturent pour construire des bâtiments types dans quinze régions métropolitaines, par type d'immeuble et par division de travaux (Statistique Canada 2026e). Le chapitre 21 en a tiré la trajectoire montréalaise de la maison individuelle ; le présent chapitre élargit la lecture à tous les types résidentiels,

Tableau 23.3. IPCB des bâtiments résidentiels par type et par région (indice, 2023 = 100) : T3 2025, T3 2026, variation sur un an et variation depuis le T1 2020.

Région	Type d'immeuble	T3 2025	T3 2026	1 an (%)	T1 2020 (%)
Montréal	Bâtiments résidentiels (ensemble)	108,5	117,8	8,6	62,0
Montréal	Maison individuelle	107,3	116,5	8,6	59,4
Montréal	Maison en rangée	107,0	116,2	8,6	59,4
Montréal	Immeuble d'appartements, moins de 5 étages	108,5	118,5	9,2	64,6
Montréal	Tour d'habitation, 5 étages ou plus	110,8	119,5	7,9	53,8
Montréal	Bâtiments non résidentiels	108,5	114,4	5,4	50,1
Québec	Bâtiments résidentiels (ensemble)	114,3	124,8	9,2	n. d.
Québec	Maison individuelle	113,5	123,8	9,1	n. d.
Québec	Immeuble d'appartements, moins de 5 étages	115,0	126,1	9,7	n. d.
Ottawa–Gatineau (ont.)	Bâtiments résidentiels (ensemble)	105,9	110,8	4,6	69,4
Ottawa–Gatineau (ont.)	Maison individuelle	105,6	110,8	4,9	67,9
Composite de 15 RMR	Bâtiments résidentiels (ensemble)	108,5	111,4	2,7	72,2
Composite de 15 RMR	Maison individuelle	108,4	111,1	2,5	80,4

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, agrégat des divisions, diffusé le 29 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026 ; fichier brut `data/raw/statcan_18100289/18100289.csv` ; calculs `analysis/python/cases/ch23_structure_couts.py`. Les séries de Québec commencent au T1 2023 (n. d. : non disponible).

aux régions québécoises couvertes et aux divisions, à partir du fichier brut du tableau 18-10-0289-01 diffusé le 29 octobre 2026. Une précision s'impose d'abord : outre Montréal, dont les séries résidentielles commencent au premier trimestre de 2017, le tableau contient depuis le premier trimestre de 2023 des séries pour la région métropolitaine de Québec, et il couvre la partie ontarienne d'Ottawa-Gatineau depuis 2017 ; Gatineau n'y figure pas en propre, mais la série ontarienne de la même région métropolitaine est le repère public le plus proche pour un évaluateur de l'Outaouais, à la réserve près que le régime de main-d'œuvre, les taxes et les normes diffèrent de part et d'autre de la rivière. Le tableau 23.3 rassemble les valeurs du troisième trimestre de 2025 et de 2026, la variation sur un an et, lorsque la série le permet, la variation depuis le premier trimestre de 2020.

Trois enseignements se dégagent. Le premier est la convergence des types résidentiels à Montréal : maison individuelle, maison en rangée et immeuble d'appartements de moins de cinq étages ont progressé de 59 à 65 % depuis le début de 2020 et de 8,6 à 9,2 % sur la dernière année, la tour d'habitation un peu moins (53,8 % et 7,9 %) et le non résidentiel nettement moins (50,1 % et 5,4 %) ; l'évaluateur qui indexe un coût résidentiel avec une série non résidentielle commet une erreur systématique, le chapitre 21 l'a chiffrée, mais entre types résidentiels l'erreur de série est de second ordre sur cette période. Le second enseignement est la divergence régionale récente : au troisième trimestre de 2026, les coûts résidentiels

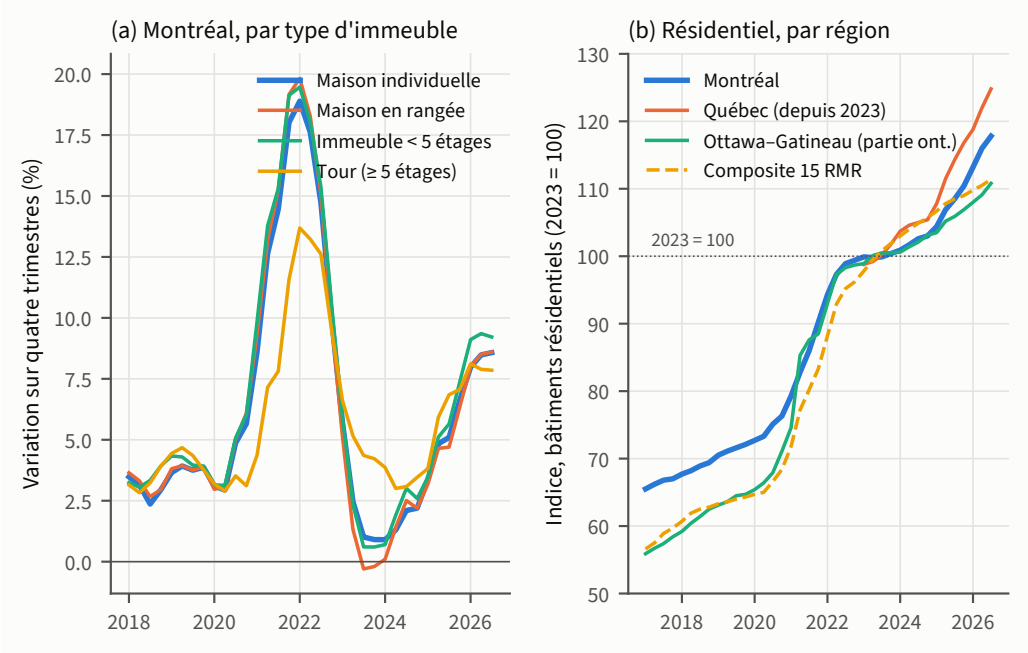


Figure 23.2. Indice des prix de la construction de bâtiments, 2023 = 100 : (a) variation sur quatre trimestres des séries résidentielles de Montréal par type d'immeuble, du T1 2018 au T3 2026, qui culmine à 18,9 % au T1 2022 et remonte à 8,6 % au T3 2026 ; (b) niveau de l'indice des bâtiments résidentiels à Montréal, à Québec (série débutant au T1 2023), dans la partie ontarienne d'Ottawa–Gatineau et pour le composite de quinze régions métropolitaines, du T1 2017 au T3 2026.

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, diffusé le 29 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026 ; fichier brut `data/raw/statcan_18100289/18100289.csv` ; script `analysis/python/figures/ch23_ipcb_types.py`.

progressaient de 8,6 % à Montréal et de 9,2 % à Québec sur un an, contre 4,6 % dans la partie ontarienne d'Ottawa-Gatineau et 2,7 % pour le composite des quinze régions ; le Québec connaît en 2026 une inflation des coûts de construction nettement supérieure au reste du pays, alors que la flambée de 2020-2022 avait été plus forte ailleurs (72 % pour le composite contre 62 % à Montréal). Le troisième est la lecture des variations sur un an, que la figure 23.2 met en évidence : la hausse annuelle de la maison individuelle à Montréal a culminé à 18,9 % au premier trimestre de 2022, est tombée à 0,9 % au premier trimestre de 2024, puis est remontée pour atteindre 8,6 % au troisième trimestre de 2026. Un évaluateur qui aurait indexé en 2024 un coût de 2023 sur la base de la variation de 2022 l'aurait surestimé ; celui qui, en 2026, prolongerait l'accalmie de 2024 le sous-estimerait. La variation annuelle de l'indice n'est pas un paramètre stable, et la seule procédure correcte consiste à lire la série à la date d'évaluation.

23.6.2 Par division de travaux : une décomposition de la hausse

L'IPCB est aussi publié par division de travaux, selon la nomenclature des devis de construction : béton, maçonnerie, bois et composites, isolation et étanchéité, ouvertures, revêtements de finition, plomberie, chauffage-ventilation, électricité, exigences générales,

Tableau 23.4. IPCB Montréal, maison individuelle, par division de travaux (indice, 2023 = 100) : T1 2020, T4 2022, T3 2025, T3 2026 et variations sur les deux périodes. Indices de division, non pondérés ; l'agrégat est publié séparément.

Division	T1 2020	T4 2022	T3 2025	T3 2026	20–22 (%)	1 an (%)
Bois, plastiques et composites	59,8	110,7	94,4	102,6	85,1	8,7
Ouvrages métalliques	58,3	96,7	109,3	121,5	65,9	11,2
Charpente en acier	68,7	94,7	112,3	127,0	37,8	13,1
Agrégat des divisions	73,1	99,4	107,3	116,5	36,0	8,6
Revêtements de finition	74,6	99,0	112,5	123,1	32,7	9,4
Plomberie	76,3	100,4	111,6	122,8	31,6	10,0
Ouvertures et fermetures	75,8	98,7	103,7	106,4	30,2	2,6
Béton	71,3	92,0	119,3	137,7	29,0	15,4
Services d'utilités	78,6	99,6	117,3	128,8	26,7	9,8
Isolation thermique et étanchéité	74,5	93,8	109,7	119,2	25,9	8,7
Aménagements extérieurs	79,7	96,3	104,9	110,9	20,8	5,7
Maçonnerie	80,2	95,0	105,4	117,6	18,5	11,6
Terrassements	80,5	95,0	120,6	122,6	18,0	1,7
Exigences générales	80,5	93,1	111,5	118,4	15,7	6,2
Chauffage, ventilation et conditionnement d'air	91,3	100,0	106,0	110,4	9,5	4,2
Communications	89,6	97,5	109,7	114,4	8,8	4,3
Électricité	94,2	98,7	107,3	110,4	4,8	2,9
Sécurité et protection électronique	95,8	99,2	105,8	108,6	3,5	2,6

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, Montréal, maison individuelle, diffusé le 29 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026 ; calculs `analysis/python/cases/ch23_structure_couts.py`, fonction `divisions_maison`.

terrassements, services d'utilités, aménagements extérieurs. Chaque division a son indice, mais le tableau ne publie pas les poids des divisions dans le bâtiment type, de sorte que l'on peut comparer les rythmes de hausse des divisions sans calculer leurs contributions exactes à la hausse de l'ensemble. Formellement, si ω_d est le poids de la division d dans le coût du bâtiment type à la période de base et g_d la variation de son indice, la variation de l'agrégat est approximativement

$$g \approx \sum_{d} \omega_d \, g_d, \tag{23.12}$$

et la contribution de la division d vaut $\omega_d g_d$; faute des ω_d, le tableau 23.4 et la figure 23.3 présentent les g_d pour la maison individuelle à Montréal sur deux périodes, la flambée du premier trimestre de 2020 au quatrième trimestre de 2022 et la dernière année, du troisième trimestre de 2025 au troisième trimestre de 2026.

La lecture des divisions éclaire la nature de la hausse. Entre le début de 2020 et la fin de 2022, l'agrégat de la maison individuelle a gagné 36 %, mais la division « bois, plastiques et composites » a bondi de 85 %, avant de reculer de 110,7 à 94,4 entre la fin de 2022 et le troisième trimestre de 2025, et les ouvrages métalliques de 66 % ; à l'opposé, l'électricité (+4,8 %), la sécurité électronique (+3,5 %) et le chauffage-ventilation (+9,5 %) sont restés presque stables. La flambée de 2020-2022 a donc été d'abord une flambée des matériaux,

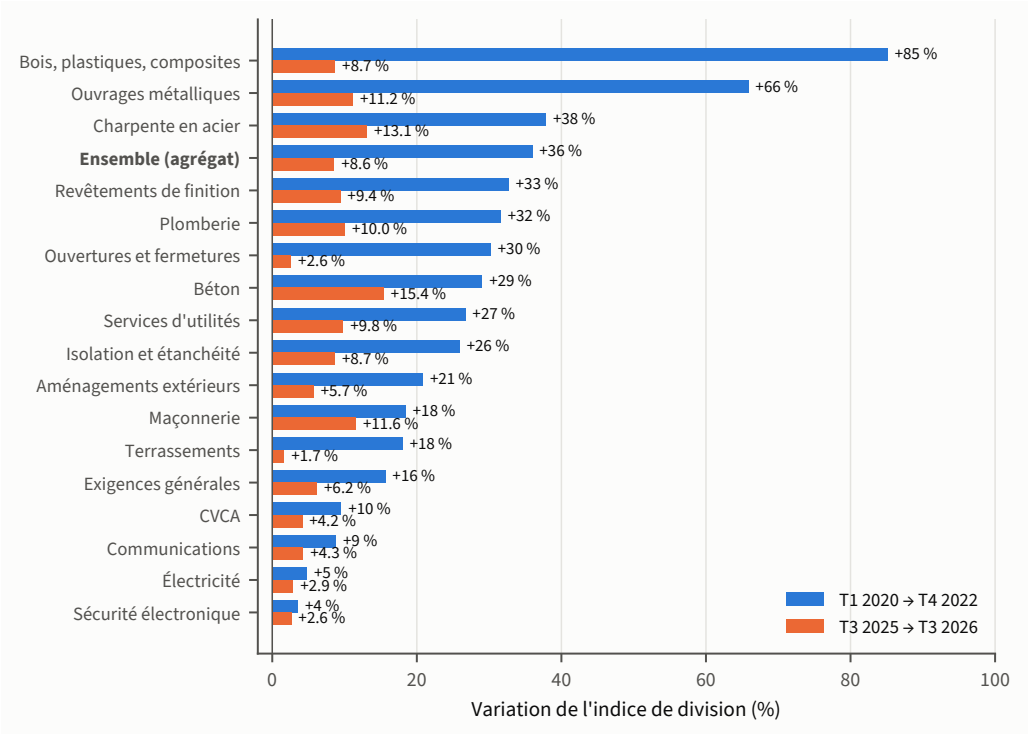


FIGURE 23.3. Variation des indices de division de l'IPCB, Montréal, maison individuelle, du T1 2020 au T4 2022 (flambée) et du T3 2025 au T3 2026 (dernière année). La flambée a été portée par le bois et les ouvrages métalliques; la hausse récente est menée par le béton, la charpente d'acier, la maçonnerie et les ouvrages métalliques, les divisions à forte main-d'œuvre progressant à un rythme proche de celui des conventions collectives. Indices de division, non pondérés.

Source: Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, diffusé le 29 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026; script `analysis/python/figures/ch23_ipcb_divisions.py`.

bois et acier en tête, dans un contexte de perturbation des chaînes d'approvisionnement, et non une flambée des salaires. La hausse de la dernière année est d'une autre nature : le bois ne progresse plus que de 8,7 %, mais le béton (+15,4 %), la charpente d'acier (+13,1 %), la maçonnerie (+11,6 %), les ouvrages métalliques (+11,2 %) et la plomberie (+10,0 %) dépassent l'agrégat (+8,6 %), tandis que les divisions dominées par la main-d'œuvre sur place, exigences générales (+6,2 %), aménagements extérieurs (+5,7 %), électricité (+2,9 %), se situent sous la majoration salariale de 8 % du secteur résidentiel. Il faut se garder d'une lecture trop fine : chaque division mêle matériaux et main-d'œuvre, les tarifs douaniers de 2025-2026 sur l'acier et l'aluminium pèsent sur les divisions métalliques, et le béton dépend de l'énergie et du transport ; mais l'ordre de grandeur est robuste et il confirme ce que la proposition 23.1 suggérait : une hausse salariale de 8 % appliquée à une part de main-d'œuvre d'un tiers à la moitié explique trois à quatre points de la hausse de 8,6 %, et le reste vient des matériaux et des marges. Altus Group, dans le commentaire public de son guide de 2026, notait que les coûts montréalais avaient augmenté de 4 % ou davantage en 2025 (Altus Group 2026b) ; l'IPCB, qui mesure des prix facturés sur des bâtiments types, enregistre une accélération en 2026 que l'évaluateur doit intégrer. L'indice des prix des logements neufs, enfin, ne doit pas être confondu avec l'IPCB : il mesure le prix de vente des maisons neuves, terrain compris, et il n'a progressé que de 1,2 % à Montréal et de 0,3 % dans la partie québécoise d'Ottawa-Gatineau entre septembre 2025 et septembre 2026 (Statistique Canada 2026d), ce qui signifie que la hausse des coûts de construction de 2026 n'a pas été transmise aux prix de vente et que les marges des constructeurs, ou la valeur implicite des terrains, l'ont absorbée ; c'est l'illustration la plus directe de la différence entre coût et prix, et de la raison pour laquelle l'incitatif réalisé n'est pas l'incitatif requis.

23.7 Exemple intégral : la structure complète du coût neuf du cas 1

Données synthétiques

Le devis utilisé est celui du chapitre 21 (`data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv`), 38 postes (33 directs, 5 indirects) générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine 20261031 pour le cottage fictif de 165 m² du secteur Hull ; les quantités sont vraisemblables et les prix unitaires calibrés sur la fourchette publique relayée du guide Altus 2026 (voir l'encadré correspondant du chapitre 21). Les montants D, I, E et C_N sont identiques à ceux du chapitre 21. Les paramètres documentés ajoutés ici sont le taux hypothécaire affiché de la Banque du Canada (6,19 % au 28 octobre 2026), les taux de TPS et de TVQ et les paramètres des remboursements lus dans le guide RC4028 ; la valeur de terrain de 180 000 $ et la part de main-d'œuvre de 40 % sont des hypothèses. Tous les résultats sont imprimés par `analysis/python/cases/ch23_structure_couts.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch23.py`.

Exemple 23.1 : Structure complète et ratios du coût neuf d'un cottage de 165 m² à Hull

L'analyse procède en cinq étapes : le tableau complet des postes, les ratios des indirects, la vérification du financement, l'incitatif et le coût toutes taxes comprises, puis la lecture par nature.

Étape 1 : le tableau complet. Le tableau 23.5 présente les 38 postes groupés par corps de métier, avec la part de chaque poste direct dans $D = 298\,826{,}17$ \$, la part de chaque poste indirect dans $I = 62\,598{,}68$ \$, et la part de chacun dans le coût neuf $C_N = 397\,567{,}33$ \$. Le poste direct le plus lourd, la charpente des murs et planchers (39 359,10 \$), représente 13,17 % des directs et 9,90 % du coût neuf ; les trois premiers postes directs (charpente, revêtement extérieur, armoires) pèsent 28,6 % des directs. Côté indirects, la supervision du chantier (35 708,66 \$) représente à elle seule 57,04 % des indirects et 8,98 % du coût neuf.

Étape 2 : les ratios des indirects. Rapportés aux directs, les cinq postes indirects valent 11,95 % (supervision), 3,39 % (plans et honoraires), 2,85 % (financement), 1,50 % (permis et études) et 1,26 % (assurances et cautionnement), soit 20,95 % au total ; rapportés à $D + I$, 9,88, 2,80, 2,36, 1,24 et 1,04 %, soit 17,32 % ; rapportés à C_N, 8,98, 2,55, 2,15, 1,13 et 0,95 %, soit 15,75 %. Hors supervision, les indirects ne représentent que 9,00 % des directs : c'est ce second chiffre qu'il faudrait comparer à un taux d'indirects mesuré sur des devis où la supervision est dans les frais de chantier. Le même devis supporte donc deux taux d'indirects « corrects », 20,95 et 9,00 %, et la différence tient tout entière à une convention de classement.

Étape 3 : la vérification du financement. Les coûts hors financement s'élèvent à 352 895,22 \$. La proposition 23.2 donne, pour un prêt couvrant la totalité de ces coûts pendant six mois au taux de référence de 6,19 %, des intérêts de 5 461,05 \$ (continu), 6 371,23 \$ (six tirages mensuels) ou 6 426,29 \$ (intérêts capitalisés). Le forfait du devis, 8 529,63 \$, implique un produit iT de 0,0483, soit 9,4 mois à 6,19 % : il est vraisemblable pour une période de financement allant de l'achat des matériaux de fondation à la livraison et incluant des frais de dossier, et il est conservé. S'il était remplacé par le calcul continu à six mois, le coût neuf tomberait à 394 191,90 \$.

Étape 4 : incitatif et coût toutes taxes comprises. L'incitatif de 10 % de $D+I$ vaut 36 142,49 \$, soit une marge de 9,09 % du coût neuf hors terrain par l'équation (23.8), et un rendement implicite du capital de 13,4 % par année pour un projet de neuf mois avec un terrain de 180 000 \$ par l'équation (23.10). Le coût neuf est de 397 567,33 \$. Si l'on y ajoute le terrain hypothétique, l'habitation neuve équivalente vaut 577 567 \$ avant taxes ; la TPS (5 %) et la TVQ (9,975 %) ajoutent 86 491 \$ pour un acheteur occupant sans remboursement, dont la valeur dépasse les seuils de 450 000 \$ et de 300 000 \$, et 57 612 \$ pour un premier acheteur dont la construction a commencé après le 20 mars 2025 (tableau 23.2). La figure 23.4 représente la formation du coût, bloc par bloc, jusqu'au coût toutes taxes comprises du seul bâtiment, 457 103 \$.

Étape 5 : la lecture par nature. En attribuant à chaque poste direct une nature dominante (convention du chapitre, colonne « nature » du tableau 23.5), 64,5 % des directs relèvent de postes mixtes matériaux-main-d'œuvre, 21,7 % de postes dominés par les matériaux livrés (fermes, fenêtres, portes, armoires, thermopompe, chauffe-eau), 7,8 % de postes dominés par la main-d'œuvre (gypse, peinture), 3,2 % de services (raccordements,

conteneurs) et 2,8 % d'équipement (excavation). Cette lecture ne mesure pas la part de la main-d'œuvre, qui est contenue dans les postes mixtes ; elle indique seulement que près des deux tiers du coût direct sont exposés à la fois aux prix des matériaux et aux conventions collectives, ce qui justifie la plage de 35 à 50 % retenue pour λ dans l'analyse de sensibilité.

Tableau 23.5. Structure complète du coût neuf du sujet du cas 1 : 38 postes groupés par corps de métier, nature dominante, montant (dollars du T3 2026), part du bloc (directs ou indirects) et part du coût neuf.

Poste	Nature	Montant ($)	Part du bloc (%)	Part de C_N (%)
Fondations et site (5 postes, 39 818,04 $)				
Fondations béton (semelles, murs)	mixte	14 283,44	4,78	3,59
Excavation et remblai	équipement	8 500,80	2,84	2,14
Raccordements aqueduc et égout	services	6 867,07	2,30	1,73
Dalle de sous-sol	mixte	6 523,65	2,18	1,64
Drain français et imperméabilisation	mixte	3 643,08	1,22	0,92
Structure et charpente (3 postes, 53 852,16 $)				
Charpente murs et planchers	mixte	39 359,10	13,17	9,90
Fermes de toit	matériaux	7 553,70	2,53	1,90
Escaliers	mixte	6 939,36	2,32	1,75
Enveloppe (7 postes, 70 350,56 $)				
Revêtement extérieur (brique et fibrociment)	mixte	28 624,80	9,58	7,20
Fenêtres (PVC double vitrage)	matériaux	16 770,08	5,61	4,22
Isolation et pare-vapeur	mixte	9 714,60	3,25	2,44
Couverture, bardeaux d'asphalte	mixte	7 680,00	2,57	1,93
Portes extérieures	matériaux	4 120,23	1,38	1,04
Porte de garage	matériaux	1 879,41	0,63	0,47
Gouttières et solins	mixte	1 561,44	0,52	0,39
Finition intérieure (8 postes, 67 092,26 $)				
Armoires de cuisine et comptoirs	matériaux	17 348,39	5,81	4,36
Gypse et tirage de joints	main-d'œuvre	17 031,40	5,70	4,28
Planchers de bois franc	mixte	8 240,30	2,76	2,07
Portes intérieures et moulures	mixte	6 577,90	2,20	1,65
Peinture intérieure	main-d'œuvre	6 274,40	2,10	1,58
Vanités et accessoires (2 salles de bain)	matériaux	5 421,37	1,81	1,36
Planchers de céramique	mixte	3 415,30	1,14	0,86
Planchers flottants (sous-sol)	mixte	2 783,20	0,93	0,70
Mécanique et électricité (6 postes, 51 105,45 $)				
Plomberie brute et finition	mixte	16 697,80	5,59	4,20
Électricité (entrée 200 A, filage, appareils)	mixte	14 095,57	4,72	3,55

suite à la page suivante

Tableau 23.5. Structure complète du coût neuf du sujet du cas 1 (suite).

Poste	Nature	Montant ($)	Part du bloc (%)	Part de C_N (%)
Thermopompe centrale et plinthes	matériaux	10 481,32	3,51	2,64
Ventilation (VRC) et conduits	mixte	5 638,23	1,89	1,42
Éclairage et finition électrique	mixte	3 035,97	1,02	0,76
Chauffe-eau	matériaux	1 156,56	0,39	0,29
Aménagements extérieurs (4 postes, 16 607,70 $)				
Balcon et perron	mixte	6 577,90	2,20	1,65
Aménagement paysager de base	mixte	4 698,52	1,57	1,18
Nettoyage et conteneurs	services	2 746,83	0,92	0,69
Entrée asphaltée	mixte	2 584,45	0,86	0,65
Coûts directs D (33 postes)		**298 826,17**	**100,00**	**75,16**
Coûts indirects (5 postes, 62 598,68 $) ; part du bloc = part de I				
Supervision de chantier (26 semaines de salaires)	indirect	35 708,66	57,04	8,98
Plans et honoraires professionnels	indirect	10 119,90	16,17	2,55
Financement intérimaire (forfait)	indirect	8 529,63	13,63	2,15
Permis et études (arpentage, sol)	indirect	4 481,67	7,16	1,13
Assurances de chantier et cautionnement	indirect	3 758,82	6,00	0,95
Coûts indirects I (20,95 % de D)		**62 598,68**	**100,00**	**15,75**
Sous-total $D + I$		361 424,85		90,91
Incitatif de l'entrepreneur E (10 % de $D + I$)		36 142,49		9,09
Coût neuf C_N		**397 567,33**		**100,00**

Source : [données synthétiques] `data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv`, graine 20261031 ; calculs `analysis/python/cases/ch23_structure_couts.py`, fonction `structure` ; nature dominante : convention du chapitre.

23.7.1 Transposition déclarée au douze-logements du cas 3

Le troisième dossier de cas de l'ouvrage est un immeuble fictif de douze logements à Rosemont, construit en 1962, de trois étages et de 825 m² de superficie locative. Aucun barème public ne donne le coût de construction d'un tel immeuble au Québec : le guide Altus publie des fourchettes multilogement réservées à ses abonnés, et les notes de recherche de l'ouvrage n'en ont trouvé aucune reprise publique. Le chapitre propose donc, non un coût de marché, mais une transposition du devis du cas 1 dont chaque hypothèse est déclarée et dont l'intérêt est de montrer comment la structure des coûts change avec la taille. L'aire brute est obtenue en divisant la superficie locative par une efficacité de 85 %, soit 970,6 m² ; le coût direct unitaire du cas 1, 298 826,17 $ pour 190 m² d'aire brute, soit 1 572,77 $/m², est multiplié par le rapport des indices IPCB montréalais de l'immeuble d'appartements de moins de cinq étages et de la maison individuelle au troisième trimestre de 2026 ($118{,}5/116{,}5 = 1{,}0172$), ce qui donne 1 599,77 $/m² et $D = 1\,552\,717{,}60$ $; les quatre postes indirects hors financement sont

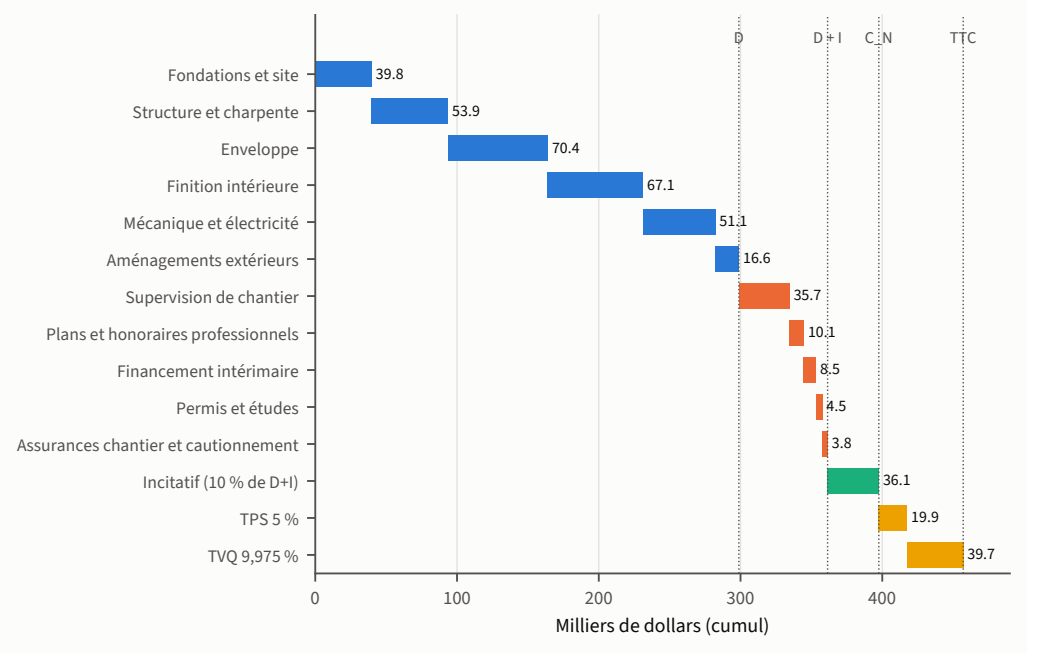


FIGURE 23.4. Formation du coût du sujet du cas 1 : coûts directs par corps de métier (bleu), cinq postes indirects (orange), incitatif (vert), puis TPS et TVQ sur le seul bâtiment (jaune), sans remboursement puisque la valeur de l'habitation terrain compris dépasse les seuils. Les repères verticaux marquent D, $D + I$, C_N et le coût toutes taxes comprises du bâtiment.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch23_structure.py`, graine 20261031 ; taux de taxes : ARC (2025-04-01).

Tableau 23.6. Transposition déclarée du devis du cas 1 à l'immeuble de 12 logements du cas 3 (dollars du T3 2026) : coût neuf indicatif et structure. Hypothèses : efficacité locative 85 %, ratio IPCB immeuble/maison 1,0172, indirects hors financement aux ratios du cas 1, prêt de 75 % sur 12 mois à 6,19 % avec mise de fonds d'abord, incitatif 10 % de $D + I$.

Composante	Montant ($)	Part de D (%)	Par logement ($)
Coûts directs D (970,6 m² à 1 599,77 $/m²)	1 552 717,60	100,00	129 393
Supervision de chantier	185 544,21	11,95	15 462
Plans et honoraires professionnels	52 583,57	3,39	4 382
Permis et études	23 287,01	1,50	1 941
Assurances de chantier et cautionnement	19 531,04	1,26	1 628
Financement intérimaire (prêt 1 375 248 $, 9 mois effectifs)	31 922,93	2,06	2 660
Coûts indirects I	312 868,76	20,15	26 072
Incitatif E (10 % de $D + I$)	186 558,64	12,01	15 547
Coût neuf indicatif C_N	2 052 145,00	132,16	171 012

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch23_structure_couts.py`, fonction `multilogement_cas3` ; sujet : `data/synthetic/cas3_montreal_sujet.json` ; indices : Statistique Canada 18-10-0289-01 ; taux : Banque du Canada V80691335. Hypothèse pédagogique, non un coût de marché.

pris aux ratios du devis du cas 1 (supervision 11,95 %, plans et honoraires 3,39 %, permis et études 1,50 %, assurances 1,26 % des directs) ; le financement est calculé explicitement par l'équation (23.6) avec un prêt de 75 % des coûts hors financement, une mise de fonds qui finance le premier quart des déboursés, une durée de douze mois et le taux de référence de 6,19 % ; l'incitatif reste de 10 % de $D + I$; aucune prime de garantie GCR n'est comptée, l'immeuble n'étant pas visé par le plan obligatoire. Le tableau 23.6 donne le résultat : des indirects de 312 868,76 $, soit 20,15 % des directs, dont 31 922,93 $ d'**intérêts intérimaires** ; un coût neuf indicatif de 2 052 145 $, soit 171 012 $ par logement, 2 487 $/m² de superficie locative ou 2 114 $/m² d'aire brute. Avec un chantier de dix-huit mois à 7 %, les intérêts montent à 54 150,37 $ et le coût neuf à 2 076 595,18 $. Ces chiffres ne doivent être lus que pour ce qu'ils sont : la structure qu'aurait le coût neuf d'un petit immeuble si ses coûts unitaires étaient ceux d'une maison corrigés par l'indice ; un mandat réel exigerait des soumissions ou un barème multilogement sous licence, et la part des honoraires professionnels, des exigences du Code pour un bâtiment de plus de deux logements et des frais de mise en marché y serait vraisemblablement différente.

23.8 Analyse de sensibilité

Le chapitre 21 a mesuré la sensibilité du coût neuf au taux d'indirects global, au taux d'incitatif et à la date des prix. Le présent chapitre descend d'un niveau et fait varier les déterminants des indirects eux-mêmes : la durée du chantier, le taux intérimaire, la part des indirects hors financement, et la hausse salariale transmise par la proposition 23.1, l'incitatif servant de repère. Le tableau 23.7 croise la durée (6 à 18 mois) et le taux (4 à 9 %) pour le prêt couvrant les coûts hors financement du cas 1 : les intérêts vont de 3 529 $ à 23 820 $, et le coût neuf, une fois le forfait du devis remplacé par ce calcul et l'incitatif recalculé, de 392 067 $

Tableau 23.7. Intérêts intérimaires du cas 1 selon la durée du chantier et le taux annuel (prêt tiré uniformément sur 352 895 $ de coûts hors financement, formule continue), et coût neuf correspondant après remplacement du forfait du devis et recalcul de l'incitatif, en dollars.

Durée (mois)	4 %	5 %	6,19 %	7 %	9 %	C_N à 4 %	C_N à 9 %
6	3 529	4 411	5 461	6 176	7 940	392 067	396 919
9	5 293	6 617	8 192	9 263	11 910	394 008	401 286
12	7 058	8 822	10 922	12 351	15 880	395 948	405 653
18	10 587	13 234	16 383	18 527	23 820	399 830	414 387

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch23_structure_couts.py`, fonctions `grille_financement` et `cout_neuf_avec_financement` ; taux de référence 6,19 % : Banque du Canada, V80691335 (2026-10-28). Le forfait du devis (8 530 $) correspond à 9,4 mois au taux de référence.

à 414 387 $, soit une étendue de 5,7 %. Chaque mois de chantier supplémentaire coûte, au taux de référence, environ 910 $ d'intérêts et 1 001 $ de coût neuf ; chaque point de taux, sur douze mois, 1 764 $ d'intérêts et 1 941 $ de coût neuf. La figure 23.5 représente ces intérêts en fonction de la durée pour chaque taux et replace les paramètres dans une tornade.

La tornade hiérarchise les incertitudes. L'incitatif, de 5 à 15 %, déplace le coût neuf de 379 496 $ à 415 639 $ (9,1 %) et la part des indirects hors financement, de cinq points de part et d'autre du devis, de 381 132 $ à 414 003 $ (8,3 %) : ce sont les deux conventions dont le chapitre 21 a déjà montré le poids. Les déterminants du financement viennent ensuite : la durée du chantier, de six à dix-huit mois, déplace le coût neuf de 394 192 $ à 406 206 $ (3,0 %) et le taux, de 4 à 9 % sur douze mois, de 395 948 $ à 405 653 $ (2,4 %). Une hausse salariale de 8 % transmise par une part de main-d'œuvre de 40 % ajoute 10 519 $, soit 2,6 %. Pour une maison unifamiliale, le financement intérimaire est donc un poste de second ordre tant que le chantier reste court ; il change de nature pour un immeuble dont la construction dure dix-huit ou vingt-quatre mois et dont le prêt représente plusieurs fois le coût d'une maison, comme la transposition au cas 3 l'a montré, les intérêts y passant de 31 923 $ à 54 150 $ entre douze mois à 6,19 % et dix-huit mois à 7 %. La leçon rejoint celle du chapitre 21 : la date des prix et les conventions d'assiette pèsent plus que les paramètres financiers, mais ceux-ci deviennent déterminants dès que la durée s'allonge, et l'évaluateur doit alors remplacer la formule simple par un échéancier de tirages.

Le cadre québécois des coûts directs et indirects : ce qui est vérifié et à quelle date

Main-d'œuvre. Les conditions de travail de l'industrie sont fixées par quatre conventions collectives sectorielles administrées par la CCQ en vertu de la Loi R-20 (Québec 1968 ; Commission de la construction du Québec 2026). Secteurs institutionnel-commercial et industriel, 2025-2029 : 8 % au 27 avril 2025, 5 % au 26 avril 2026, 5 % au 25 avril 2027, 4 % au 30 avril 2028, protection contre l'inflation au 29 avril 2029 (IPC + 0,5 point, bornée entre 2,5 et 4 %), selon le document de faits saillants de l'Association de la construction du Québec du 25 avril 2025 ; même grille en génie civil et voirie. Secteur résidentiel : nouveaux taux en vigueur le 27 juillet 2025 avec 8 % de majoration, années suivantes fixées par arbitrage (CCQ, nouvelle du 18 juillet 2025) ; au 26 avril 2026, la CCQ affiche 5,5 % pour le résidentiel léger et 5 % pour le résidentiel lourd. Taux

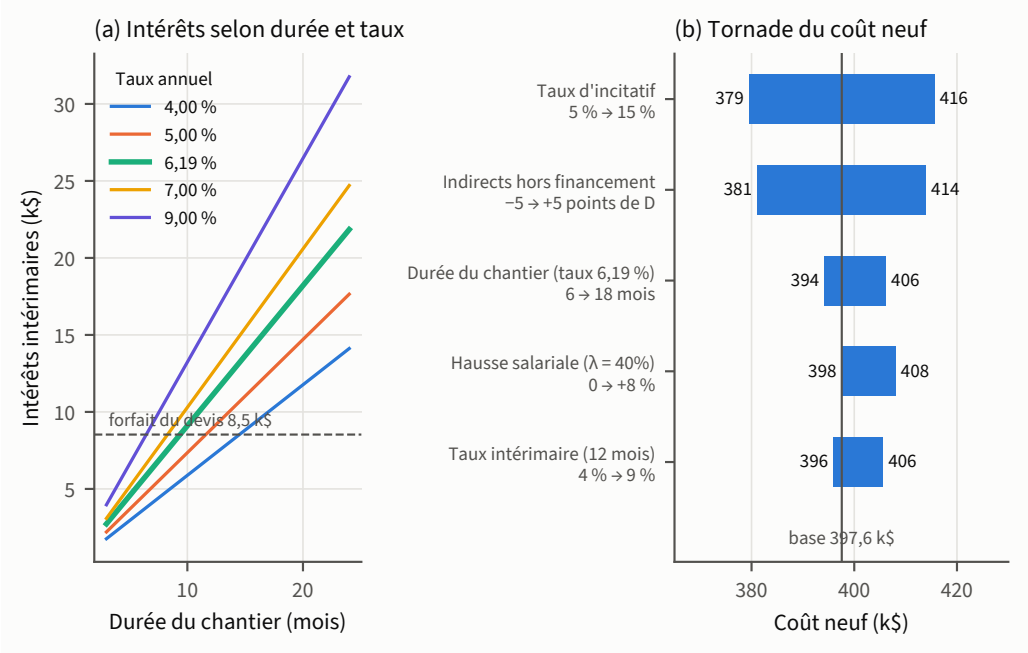


FIGURE 23.5. Sensibilité du coût neuf du cas 1 : (a) intérêts intérimaires selon la durée du chantier pour cinq taux annuels, la ligne tiretée marquant le forfait du devis ; (b) tornade où chaque paramètre varie seul autour du cas de base de 397 567 $: taux d'incitatif (5 à 15 %), indirects hors financement (± 5 points des directs), durée du chantier (6 à 18 mois au taux de référence), hausse salariale (0 à 8 % avec une part de main-d'œuvre de 40 %) et taux intérimaire (4 à 9 % sur douze mois).

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch23_sensibilite.py`, graine 20261031 ; taux de référence : Banque du Canada, V80691335.

horaires par métier : outil des taux de salaire de la CCQ, à lire à la date d'évaluation ; non reproduits ici.
Licence et garantie. Licence RBQ obligatoire pour agir comme entrepreneur (Québec 1985b, art. 46) ; exemption pour l'autoconstruction d'une unifamiliale à usage personnel, sauf gaz, pétrole et électricité (Québec 1985b, art. 49). Plan de garantie GCR obligatoire pour les unifamiliales, les immeubles de deux à cinq logements et les copropriétés d'au plus quatre parties privatives superposées (Québec 1998, art. 2) ; couvertures d'un, trois et cinq ans et plafonds de 300 000 $ par unifamiliale et de 200 000 $ par logement pour un multifamilial (Québec 1998 ; Garantie de construction résidentielle 2026b, art. 10, 13 et 14). Frais d'adhésion GCR de 556,48 $ taxes comprises (Garantie de construction résidentielle 2026a) ; frais d'enregistrement par bâtiment et cautionnement selon la cote de qualité, non chiffrés publiquement.
Code de construction. Chapitre I fondé sur le CNB 2020 modifié Québec, en vigueur depuis le 17 avril 2025, transition jusqu'au 17 octobre 2027 (Québec 2022 ; Régie du bâtiment du Québec 2026e) ; chaque mise à jour renchérit le coût de remplacement.
Taxes de vente. TPS 5 % et TVQ 9,975 % (Agence du revenu du Canada 2025). Remboursement TPS habitation neuve : 36 % de la TPS, maximum 6 300 $, plein jusqu'à 350 000 $ de JVM, réduit entre 350 001 et 449 999 $, nul à 450 000 $ et plus ; premiers acheteurs : 100 % de la TPS jusqu'à 1 M$, réduit graduellement, nul à 1,5 M$, pour les constructions commencées le 20 mars 2025 ou après et avant 2031 (Agence du revenu du Canada 2026). Remboursement TVQ : 50 %, maximum 9 975 $, réduit au-delà de 200 000 $, nul à 300 000 $ (Revenu Québec ; page inaccessible le 31 octobre 2026, paramètres lus par source intermédiaire : partiellement vérifiés).
Contribution pour fins de parcs. LAU art. 117.1 à 117.16.1 : terrain, servitude ou somme, au plus 10 % de la superficie et de la valeur du site ; valeur établie à la réception de la demande de permis, par le rôle ou par un évaluateur agréé mandaté par la municipalité, contestable devant le TAQ (guide ministériel de la prise de décision en urbanisme, mis à jour le 7 octobre 2026) (Québec 1979a ; Québec 2023a ; Gouvernement du Québec 2026f).
Taux de référence. Taux hypothécaire affiché 5 ans, prêt conventionnel : 6,19 % au 28 octobre 2026 ; fonds avancés d'août 2026 : non assuré fixe 5 ans et plus 4,58 %, non assuré total 4,34 %, variable non assuré 3,90 % ; taux directeur 2,50 % depuis le 28 octobre 2026 (Banque du Canada 2026c ; Banque du Canada 2026b ; Banque du Canada 2026a). Aucun taux de prêt de construction n'est publié par une source officielle.

Erreurs fréquentes

- *Comparer des taux d'indirects mesurés sous des conventions différentes.* Le devis du cas 1 donne 20,95 % ou 9,00 % selon que la supervision est classée dans les indirects ou dans les frais de chantier ; appliquer l'un à un bâtiment mesuré selon l'autre convention fausse le coût neuf de plus de 10 %.
- *Confondre le forfait de financement et les intérêts d'un échéancier.* La formule $L\,i\,T/2$ vaut pour un tirage uniforme ; un chantier long ou un profil de tirages concentré exige l'échéancier. Oublier la mise de fonds surestime les intérêts ; oublier la période

qui précède et suit le chantier les sous-estime.
- *Compter les intérêts sur le terrain deux fois.* Ils sont soit dans les indirects, soit dans l'incitatif, soit dans la valeur du terrain, jamais à deux endroits.
- *Appliquer une marge sans son assiette.* Dix pour cent des directs, de $D + I$, du coût total ou du prix ne sont pas le même montant ; l'équation (23.8) convertit, mais il faut d'abord savoir ce que la source mesurait.
- *Prendre le profit d'un projet pour l'incitatif.* L'IPLN montréalais n'a progressé que de 1,2 % en 2026 alors que l'IPCB progressait de 8,6 % : les profits réalisés des constructeurs ont baissé, l'incitatif requis par le marché n'a pas changé pour autant.
- *Traiter les taxes de vente sans profil d'acheteur.* Un occupant subséquent, un premier acheteur et un investisseur inscrit supportent respectivement 14,98, 9,98 et 0 % de taxes nettes sur l'habitation neuve équivalente au cas 1 ; comparer une maison existante exonérée à un substitut neuf taxable exige de dire lequel.
- *Compter une prime de garantie GCR pour un bâtiment non visé.* Le plan obligatoire ne couvre pas les immeubles de plus de cinq logements hors copropriété.
- *Indexer avec la variation annuelle d'une autre année.* La hausse annuelle de l'IPCB de la maison individuelle à Montréal est passée de 18,9 % (T1 2022) à 0,9 % (T1 2024) puis à 8,6 % (T3 2026) ; seule la série lue à la date d'évaluation est valable.

Limites et mises en garde

- Le devis du cas 1 est synthétique ; sa structure d'indirects (cinq postes, supervision classée en indirect) est une convention de l'exemple et non une statistique de marché. La transposition au cas 3 est une hypothèse pédagogique déclarée ; aucun coût multilogement public n'a pu être vérifié.
- Le taux de 6,19 % est le taux hypothécaire affiché à cinq ans de la Banque du Canada, non un taux de prêt de construction ; celui-ci, variable et fondé sur le taux préférentiel, n'est publié par aucune source officielle et doit être obtenu des prêteurs.
- La part de la main-d'œuvre dans les coûts directs (35 à 50 %) et la valeur du terrain (180 000 $) sont des hypothèses ; le chapitre 25 établira la seconde.
- Les paramètres du remboursement de la TVQ (50 %, 9 975 $, seuils de 200 000 et 300 000 $) ont été lus par l'intermédiaire d'un moteur de recherche reproduisant la page de Revenu Québec, inaccessible directement (HTTP 403) le 31 octobre 2026 ; la règle de réduction du remboursement fédéral entre 350 001 et 449 999 $ n'est pas écrite dans le guide RC4028 et a été appliquée comme linéaire ; la base de calcul de la TVQ (prix hors TPS) n'a pas été vérifiée sur une source primaire. Le régime de remboursement pour immeubles locatifs neufs n'a pas été examiné.
- Les taux horaires de la CCQ ne sont pas reproduits ; les majorations 2026-2028 du secteur résidentiel issues de l'arbitrage n'ont été lues que sur la page des taux de la CCQ (5,5 et 5 % au 26 avril 2026), sans le texte de la sentence. La grille 8/5/5/4 % provient d'un document patronal (ACQ, 25 avril 2025) et de communiqués, non du texte des conventions.
- Les frais d'enregistrement GCR par bâtiment, les tarifs des permis de construction et les éventuels frais d'infrastructure municipaux n'ont pas été vérifiés et ne sont pas

chiffrés. Le texte de l'art. 117.6 LAU n'a pas pu être lu sur LégisQuébec (accès refusé) ; le rôle de l'évaluateur agréé dans l'établissement de la valeur du site est rapporté d'après le guide ministériel.
- L'IPCB ne couvre pas Gatineau ; la partie ontarienne d'Ottawa–Gatineau et les séries de Québec (depuis 2023 seulement) sont des repères, non des substituts. Les poids des divisions ne sont pas publiés, de sorte que les variations par division ne sont pas des contributions.

À retenir

- $C_N = \sum_k D_k + \sum_j I_j + E$; la frontière entre directs et indirects est une convention à déclarer, et un taux d'indirects n'est comparable qu'à un taux mesuré sous la même convention (20,95 % ou 9,00 % pour le même devis du cas 1).
- Le prix installé agrège matériaux avec pertes, heures au coût horaire chargé, équipement et marge ; une hausse salariale g se transmet au coût direct en proportion de la part de main-d'œuvre, $\Delta D/D = \lambda g$. Au Québec, les taux sont fixés par les conventions collectives sectorielles de la CCQ (résidentiel : +8 % au 27 juillet 2025).
- Intérêts intérimaires sous tirage uniforme : $I_{\text{fin}} = L\,i\,T/2$, facteur $(n+1)/n$ en mensuel, réduction $(1-Q/C)$ avec mise de fonds d'abord ; le forfait du cas 1 (8 530 $) correspond à 9,4 mois au taux de référence de 6,19 %.
- Taxes : TPS 5 % et TVQ 9,975 % sur l'habitation neuve ; remboursements généraux nuls au-dessus de 450 000 $ (fédéral) et de 300 000 $ (TVQ) ; remboursement intégral de la TPS pour les premiers acheteurs jusqu'à 1 M$; le traitement dépend du profil de l'acheteur typique et doit être déclaré.
- L'incitatif est une rémunération anticipée du risque, tirée du marché par $E = P - V_L - D - I$; son assiette doit être déclarée ($m_p = m_c/(1+m_c)$) ; il s'interprète comme un rendement du capital engagé, 13,4 % par année pour le cas 1 sur neuf mois.
- Infrastructures et contribution pour fins de parcs (au plus 10 % de la valeur du site, LAU 117.4) sont des coûts du site déjà contenus dans la valeur d'un terrain viabilisé ; ne pas les remettre dans le bâtiment.
- 2020-2026 : +62 % pour le résidentiel montréalais depuis le T1 2020, flambée des matériaux (bois +85 %) en 2020-2022, puis reprise en 2025-2026 menée par le béton, l'acier et la maçonnerie et par les salaires ; Montréal et Québec (+8,6 et +9,2 % sur un an au T3 2026) devancent nettement le reste du Canada (+2,7 %).
- Pour une maison, la durée et le taux du financement pèsent 2 à 3 % du coût neuf ; les conventions d'assiette (indirects, incitatif) pèsent 8 à 9 % ; pour un immeuble, le financement devient de premier ordre et exige un échéancier.

Exercices

Exercice 23.1 — Classer et mesurer ★

Un devis de maison neuve comprend les postes suivants : excavation 12 000 $; charpente 48 000 $; honoraires du technologue 9 500 $; permis de construction 2 800 $; électricité 16 000 $; assurance de chantier 3 200 $; intérêts du prêt de construction 7 400 $; nettoyage et conteneurs 2 600 $. Classez chaque poste en coût direct ou indirect selon la définition 23.1, calculez D, I, le taux d'indirects en proportion des directs et en proportion de $D+I$, puis le coût neuf avec un incitatif de 10 % de $D+I$. Indiquez quel poste pourrait raisonnablement changer de catégorie et l'effet sur le taux d'indirects.

Exercice 23.2 — Intérêts intérimaires ★

Un prêt de construction de 300 000 $ est tiré uniformément sur neuf mois à un taux annuel de 6 %. Calculez les intérêts par la formule continue de l'équation (23.4), par la formule mensuelle de l'équation (23.5) et, à l'aide de `traite.finance.interets_intermediaires`, avec capitalisation mensuelle des intérêts. Déduisez le produit iT implicite d'un forfait de 6 750 $ et commentez l'écart entre les trois variantes.

Exercice 23.3 — Taxes de vente selon le profil de l'acheteur ★★

Une maison neuve est vendue 520 000 $, terrain compris, par un constructeur dont les travaux ont commencé en septembre 2025. Calculez la TPS et la TVQ, les remboursements auxquels auraient droit un acheteur occupant subséquent, un acheteur d'une première habitation et un investisseur inscrit aux taxes qui destine le bien à une activité taxable, puis le coût toutes taxes comprises de chacun. Reprenez le calcul du remboursement fédéral général pour une habitation de 400 000 $ en précisant quelle partie du calcul repose sur une interprétation de la règle de réduction.

Exercice 23.4 — Extraction de l'incitatif et conversion des marges ★★

Un constructeur a vendu une maison neuve 640 000 $; il avait payé le terrain 170 000 $ et ses coûts directs et indirects, financement compris, se sont élevés à 410 000 $. Extrayez le profit par l'équation (23.9), exprimez-le en marge sur le coût total et en marge sur le prix, vérifiez l'équation (23.8), puis calculez le rendement annuel implicite du capital par l'équation (23.10) pour un projet de dix mois. Expliquez pourquoi ce profit réalisé n'est pas, à lui seul, l'incitatif requis.

Exercice 23.5 — Hausses salariales et indice des coûts ★★

Les taux horaires du secteur résidentiel ont été majorés de 8 % le 27 juillet 2025 et le résidentiel léger de 5,5 % le 26 avril 2026. Pour le devis du cas 1 ($D = 298\,826{,}17$ \$, $\tau_I = 20{,}95$ %, $\tau_E = 10$ %) et une part de main-d'œuvre de 40 %, calculez l'effet cumulé des deux majorations sur les coûts directs et sur le coût neuf par la proposition 23.1. Comparez à l'effet d'une indexation de D par la variation annuelle de l'IPCB de la maison individuelle à Montréal (8,57 % au T3 2026) et expliquez ce que mesure l'écart.

Exercice 23.6 — Mise de fonds, capitalisation et échéancier ★★★

Les coûts hors financement du cas 1 s'élèvent à 352 895,22 \$. Le constructeur finance le premier quart des déboursés par sa mise de fonds et emprunte le reste, tiré uniformément, sur un chantier de douze mois au taux de référence de 6,19 %. Calculez les intérêts par l'équation (23.6) ; comparez-les à ceux d'un prêt couvrant la totalité des coûts sur douze mois et à ceux d'un prêt de 75 % tiré dès le premier jour ; recalculez-les avec des tirages mensuels et des intérêts capitalisés ; puis recalculez le coût neuf en remplaçant le forfait du devis par le montant de l'équation (23.6). Démontrez enfin, à partir de la proposition 23.2, que pour un profil de tirages quelconque les intérêts valent i fois l'intégrale du solde, et discutez l'effet d'un profil en S.

Exercice 23.7 — Structure des coûts d'un petit immeuble ★★★

Reprenez la transposition du cas 3 (tableau 23.6) avec un chantier de dix-huit mois et un taux intérimaire de 7 %, toutes les autres hypothèses étant inchangées. Calculez les intérêts, les indirects, leur taux en proportion des directs, le coût neuf, le coût par logement et par mètre carré locatif, et la part du financement dans les indirects. Expliquez pourquoi aucune prime de garantie GCR n'est comptée, pourquoi les ratios d'indirects d'une maison sont une hypothèse fragile pour un immeuble, et quelles données un mandat réel exigerait.

Pour aller plus loin

Le vocabulaire des coûts directs, indirects et de l'incitatif, ainsi que la distinction entre incitatif et profit, sont fixés par Appraisal Institute (2026) et par le glossaire de Appraisal Institute (2022) ; Achour (1992) en donne la terminologie québécoise, et Wyatt (2022) la perspective britannique de la méthode de l'entrepreneur. Pour le financement de la construction et la logique du promoteur, Geltner et al. (2014) développent l'analyse de faisabilité d'un projet de développement, dans laquelle intérêts intérimaires, mise de fonds et profit du promoteur apparaissent comme les flux d'un même investissement ; Brueggeman et Fisher (2022) présentent la mécanique des prêts de construction, tirages, réserves d'intérêts et conversion en prêt permanent. La théorie des options réelles appliquée au terrain, de Titman (1985) à Quigg (1993) et Cunningham (2006), éclaire la composante de risque de

l'incitatif et la raison pour laquelle le promoteur exige une prime pour renoncer à attendre ; Capozza et Helsley (1989) décomposent le prix du terrain urbain et situent le coût de conversion, c'est-à-dire les infrastructures et contributions, parmi ses composantes. Du côté des sources, la méthodologie de l'IPCB est documentée par Statistique Canada (2026e), celle de l'indice des prix des logements neufs par Statistique Canada (2026d) ; les conventions collectives de la construction et les taux de salaire sont diffusés par la Commission de la construction du Québec (Commission de la construction du Québec 2026) ; le guide RC4028 de l'Agence du revenu du Canada (Agence du revenu du Canada 2026) est la source des remboursements fédéraux pour habitation neuve. Enfin, le Manuel d'évaluation foncière du Québec (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026) fixe, pour l'évaluation de masse, la structure des coûts que l'évaluateur municipal applique, et le règlement sur le plan de garantie (Québec 1998) décrit la protection dont le coût est l'un des indirects propres au Québec.

24

Dépréciation et désuétudes

Le coût neuf établi au chapitre 21 dit ce que coûterait le bâtiment s'il sortait de terre aujourd'hui ; il ne dit rien de ce que vaut le bâtiment qui s'y trouve réellement, vieux de vingt-huit ans, usé par endroits, conçu selon les habitudes d'une autre décennie et planté dans un marché qui n'est pas celui d'un chantier. La dépréciation est le pont entre les deux : elle mesure tout ce qui sépare le coût d'un substitut neuf de la contribution que le bâtiment existant apporte au prix du bien. C'est le maillon le plus fragile de la méthode du coût, parce qu'il repose sur des conventions, des durées de vie que personne n'observe et des comparaisons avec un marché qui n'isole jamais le bâtiment du terrain. Le présent chapitre pose d'abord les concepts, âge chronologique, âge effectif, vie économique, puis traite tour à tour des trois familles de dépréciation que la pratique nord-américaine distingue, physique, fonctionnelle et externe, en insistant sur ce qui est curable et ce qui ne l'est pas. Il montre ensuite comment extraire la dépréciation du marché lui-même et confronte les courbes ainsi obtenues à celles que livre un modèle hédonique et au profil, connu dans ce cas, qui a servi à engendrer les données synthétiques. L'exemple intégral poursuit le dossier du cottage de Hull : il part du coût neuf de 397 567 $ et de la fiche d'état du chapitre 11, mesure chaque dépréciation, en discute l'ordre et les doubles comptages, et aboutit à une indication de valeur par le coût dont le chapitre 25, pour le terrain, et le chapitre 45, pour la réconciliation, reprendront les chiffres.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- distinguer l'âge chronologique, l'âge effectif, la vie économique, la vie physique et la vie restante d'un bâtiment, et relier l'âge effectif aux constats de l'inspection ;
- classer une perte de valeur en dépréciation physique, désuétude fonctionnelle ou désuétude externe, puis en composante curable ou incurable, selon un critère économique explicite ;
- appliquer et comparer les méthodes âge-vie, âge-vie modifiée et ventilée par composantes de courte et de longue durée ;
- mesurer une désuétude fonctionnelle par le coût de correction ou par la capitalisation d'une perte de loyer, et une désuétude externe par ventes appariées ou par la

capitalisation d'une perte de revenu, en répartissant la perte entre le terrain et le bâtiment ;
- extraire la dépréciation totale du marché à partir de ventes dont on connaît le prix, le terrain et le coût neuf, et en tirer une courbe de dépréciation en fonction de l'âge ;
- ordonner les déductions pour éviter tout double comptage et conduire le calcul intégral jusqu'à l'indication de valeur par le coût, avec son analyse de sensibilité.

24.1 Les concepts : âges, vies et pertes de valeur

24.1.1 Une définition par différence

Le mot « dépréciation » désigne, en comptabilité, une charge qui répartit le coût historique d'un actif sur sa durée d'utilisation ; en économie, la baisse de la valeur d'un actif qui vieillit ; en évaluation, une grandeur plus précise encore, qui n'est ni une charge ni une variation dans le temps mais un écart mesuré à une date donnée. La dépréciation de l'évaluateur est la différence entre le coût neuf des améliorations et la contribution de ces améliorations à la valeur du bien, à la date d'évaluation. Cette définition, celle de Appraisal Institute (2026) et du glossaire de Appraisal Institute (2022), a deux conséquences qui gouvernent tout le chapitre. La première est que la dépréciation dépend de la base de coût retenue : mesurée contre un coût de reproduction, elle inclut la perte attribuable aux éléments que le remplacement aurait éliminés ; mesurée contre un coût de remplacement, elle ne les inclut pas, comme l'a établi la proposition 21.1. La seconde est que la dépréciation n'est pas observable directement : la contribution du bâtiment ne l'est pas, parce que le marché vend des biens entiers, terrain compris ; elle se déduit, et toute méthode de dépréciation est une façon d'organiser cette déduction.

Définition 24.1 : Dépréciation

À la date d'évaluation, la **dépréciation** D des améliorations est l'écart entre leur coût neuf C_N et leur contribution C_B à la valeur du bien :

$$D = C_N - C_B, \qquad C_B = \hat{V} - V_L, \tag{24.1}$$

où V_L est la valeur du terrain réputé vacant. Elle se décompose en dépréciation physique, désuétude fonctionnelle et désuétude externe, $D = D_{\text{phys}} + D_{\text{fonc}} + D_{\text{ext}}$, chacune pouvant comporter une part curable et une part incurable. Le **taux de dépréciation** est $\delta = D/C_N$.

La terminologie française hésite entre « dépréciation » et « désuétude ». La pratique québécoise, à la suite de Achour (1992), réserve volontiers « dépréciation » à la détérioration physique et « désuétude » (*obsolescence*) aux pertes qui ne tiennent pas à l'usure, qu'elles viennent de la conception du bâtiment, désuétude fonctionnelle, ou de ce qui l'entoure, désuétude externe. L'ouvrage suit cet usage et emploie « dépréciation » tout court pour le total. Baum (1991) a proposé, pour l'immobilier d'investissement britannique, une taxonomie plus fine qui distingue la détérioration, inévitable et liée au temps, de l'obsolescence, qui tient

au décalage entre le bâtiment et ce que les utilisateurs attendent ; cette distinction éclaire pourquoi la première se mesure par des durées de vie et la seconde par des comparaisons avec le marché.

24.1.2 Âge chronologique, âge effectif, vies et vie restante

L'**âge chronologique** (*actual age*) est le nombre d'années écoulées depuis la fin de la construction ; c'est un fait, qui se lit dans le rôle, le permis ou l'acte. L'**âge effectif** (*effective age*) est l'âge qu'indiquent l'état et l'utilité du bâtiment, compte tenu de son entretien, de ses rénovations et de sa conception ; c'est un jugement, et c'est lui qui entre dans les calculs de dépréciation. Une maison de quarante ans dont la toiture, les fenêtres, la cuisine et les systèmes ont été renouvelés peut avoir un âge effectif de vingt ans ; une maison de quinze ans négligée peut en avoir vingt-cinq. La **vie économique** (*economic life*) est la période pendant laquelle les améliorations contribuent à la valeur du bien ; elle s'achève lorsque la contribution du bâtiment devient nulle, c'est-à-dire lorsque le bien vaut son terrain, et elle est en général plus courte que la **vie physique** (*physical life*), période pendant laquelle le bâtiment peut rester debout et utilisable moyennant entretien. La **vie économique restante** (*remaining economic life*) est la différence entre la vie économique totale et l'âge effectif :

$$L_r = \max\{L - a_{\text{eff}},\ 0\}, \tag{24.2}$$

où L est la vie économique totale et a_{eff} l'âge effectif. La relation est tautologique si l'on connaît L et a_{eff}, mais elle est souvent lue dans l'autre sens : l'évaluateur estime d'abord la vie restante, parce que c'est elle que l'inspection et le marché renseignent le mieux, puis en déduit l'âge effectif implicite.

Le chapitre 11 a fixé la convention de l'ouvrage pour passer des constats d'inspection à l'âge effectif. Chaque composante reçoit une note d'état c sur une échelle de 1 à 5, à laquelle correspond une fraction de vie utile consommée $\varphi(c)$, et l'âge effectif combine l'âge chronologique a et la lecture de l'état selon

$$a_{\text{eff}} = \min\big\{\max\{(1-\lambda)\,a + \lambda\,\varphi(c)\,L,\ 0\},\ L\big\}, \qquad \lambda = 0{,}5, \tag{24.3}$$

ce qui est l'équation (11.3). L'encadré qui suit rappelle ce que cette convention donne pour le sujet du cas 1 ; le présent chapitre en hérite sans la modifier, de sorte que l'inspection, la dépréciation et la réconciliation finale reposent sur une seule fiche d'état.

De l'inspection à l'âge effectif : ce que le chapitre 11 transmet au chapitre 24

L'inspection synthétique du cottage de Hull (section 11.5, tableau 11.5) classe dix-neuf composantes de courte ou moyenne durée et un bloc de longue durée (structure, fondations, dalle, drain, isolation, cloisons). Les notes d'état vont de 2 à 5 ; l'indice d'état pondéré par les coûts neufs est de 2,81, soit un bâtiment un peu meilleur que la moyenne de son âge. Le bloc de longue durée, noté 3 pour une fissure de retrait fine et une charpente droite, reçoit par l'équation (24.3) un âge effectif de $0{,}5 \times 28 + 0{,}5 \times 0{,}5 \times 60 = 29$ ans, contre 28 ans d'âge chronologique ; avec une vie économique de 60 ans, la vie restante est de 31 ans. Pondéré par les coûts neufs, le ratio âge effectif sur vie utile de l'ensemble des composantes vaut 0,547, soit l'équivalent de 32,8 ans sur 60 : les composantes de courte durée sont, en moyenne, plus avancées dans leur vie que la

structure. Cinq travaux immédiats ont été relevés (entrée asphaltée en fin de vie, fissure de fondation à injecter, deux thermos embués, balcon à réparer, solin et gouttière), pour un coût de 10 479,98 $ (tableau 11.6) : c'est la dépréciation physique curable dont la section 24.2 part. Toute modification de la fiche d'état doit se faire au chapitre 11 et se propager ici par le script `analysis/python/cases/ch11_inspection.py`, que le script du présent chapitre importe.

24.1.3 Trois familles, deux régimes

La **dépréciation physique** (*physical deterioration*) est la perte due à l'usure, aux intempéries, aux dommages et au vieillissement des matériaux. La **désuétude fonctionnelle** (*functional obsolescence*) est la perte due à un défaut de conception, de matériaux ou d'équipement par rapport à ce que le marché attend aujourd'hui d'un bâtiment du même type : elle prend la forme d'une **carence** (*deficiency*), lorsqu'un élément manque ou est insuffisant, ou d'une **surabondance** (*superadequacy*), lorsqu'un élément coûte plus qu'il ne rapporte. La **désuétude externe** (*external obsolescence*) est la perte due à des causes extérieures au bien : une nuisance de voisinage, un zonage, une conjoncture, une offre excédentaire. La première est propre au bâtiment et augmente avec le temps ; la deuxième est propre au bâtiment mais tient à sa conception plutôt qu'à son âge ; la troisième n'est pas propre au bâtiment et frappe aussi le terrain, ce qui oblige à en répartir l'effet.

À cette classification par cause se superpose une classification par remède. Une perte est curable lorsqu'il est économiquement rationnel d'y remédier, c'est-à-dire lorsque le coût de la correction est au plus égal à la valeur qu'elle ajoute ; elle est incurable dans le cas contraire, ou lorsque la correction est matériellement impossible. Le critère n'est pas technique mais économique : on peut toujours refaire une fondation, mais si le coût excède le gain, la perte est incurable et se mesure autrement. Formellement, avec K le coût de la correction et ΔV la valeur ajoutée par la correction,

$$\text{curable} \iff K \le \Delta V, \qquad D^{\text{cur}} = K, \qquad D^{\text{incur}} = \Delta V \quad \text{si } K > \Delta V, \tag{24.4}$$

de sorte qu'une perte curable est mesurée par ce qu'il en coûte de la faire disparaître, et une perte incurable par ce qu'elle retire effectivement à la valeur. La dépréciation physique curable est l'entretien différé ; la dépréciation physique incurable est l'usure normale des composantes qu'il ne serait pas rentable de remplacer avant leur terme. Le tableau 24.1 croise les deux classifications et indique, pour chaque case, la méthode de mesure que le chapitre développe. La désuétude externe est par nature incurable, puisque le propriétaire n'a pas prise sur sa cause.

24.2 La dépréciation physique

24.2.1 La méthode âge-vie

La **méthode âge-vie** (*age-life method*) est la plus simple et la plus répandue : elle suppose que le bâtiment perd sa valeur de façon linéaire sur sa vie économique et mesure la dépréciation par le ratio de l'âge effectif à la vie économique totale, appliqué au coût neuf :

$$D_{\text{phys}} = C_N \, \min\!\left\{ \frac{a_{\text{eff}}}{L},\; 1 \right\}. \tag{24.5}$$

Tableau 24.1. Taxonomie des dépréciations : cause, régime, méthode de mesure et exemples résidentiels.

Famille	Régime	Mesure	Exemples
Physique	Curable	Coût de la correction (entretien différé), équation (24.4)	Entrée asphaltée à refaire, thermos embués, garde-corps lâche
Physique	Incurable, courte durée	Coût neuf de la composante × âge effectif / vie utile, équation (24.7)	Toiture, fenêtres, armoires, thermopompe, chauffe-eau
Physique	Incurable, longue durée	Base restante × âge effectif / vie économique	Structure, fondations, dalle, isolation, cloisons
Fonctionnelle	Curable (carence)	Coût d'ajout ou de remplacement a posteriori − coût si inclus à neuf, équation (24.9)	Salle d'eau manquante, entrée électrique insuffisante
Fonctionnelle	Curable (sur-abondance)	Solde non déprécié de l'élément (base de reproduction) + coût d'enlèvement − récupération	Deuxième cuisine inutile, chauffage surdimensionné
Fonctionnelle	Incurable	Perte de loyer × multiplicateur, équation (24.10) ; perte de RNE / taux, équation (24.11) ; ventes appariées	Plan cloisonné, plafonds bas, chambre traversante
Externe	Incurable	Ventes appariées × part du bâtiment, équation (24.12) ; perte de RNE capitalisée × part du bâtiment, équation (24.13)	Autoroute, ligne à haute tension, zonage, offre excédentaire

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026), Appraisal Institute (2022) et Baum (1991) ; conventions de `analysis/python/traite/cout.py`.

Le plafonnement à C_N traduit le fait qu'un bâtiment ne peut contribuer négativement, sauf à devoir être démoli, cas que la méthode du coût traite à part en déduisant le coût de la démolition de la valeur du terrain. Pour le sujet, avec $a_{\text{eff}} = 29$ et $L = 60$, l'équation (24.5) donne 397 567,33 \$×29/60 = 192 157,55 \$, soit 48,33 % du coût neuf ; avec l'âge chronologique de 28 ans, elle donnerait 185 531,42 \$ (46,67 %). La méthode a trois faiblesses, que la suite du chapitre documente. Elle traite toutes les composantes du bâtiment comme si elles vieillissaient au même rythme, alors qu'une toiture dure vingt ans et une charpente plus d'un siècle. Elle compte dans la même proportion les éléments déjà renouvelés et ceux qui ne l'ont jamais été, à moins que l'âge effectif n'en tienne compte, ce qui reporte tout le poids du jugement sur un seul nombre. Et elle suppose linéaire un profil que les études empiriques décrivent comme concave puis convexe, plus rapide au début que ne le dit la droite et plus lent ensuite (Hulten et Wykoff 1981 ; Malpezzi et al. 1987). Son mérite est sa transparence : deux évaluateurs qui s'entendent sur L et sur a_{eff} obtiennent le même résultat, et le désaccord, s'il y en a, porte sur des quantités que l'on peut discuter.

24.2.2 La méthode âge-vie modifiée

La **méthode âge-vie modifiée** (*modified age-life method*) corrige la première faiblesse en retirant d'abord les éléments curables, qu'elle mesure à leur coût de correction, puis en appliquant le ratio âge-vie au reste :

$$D_{\text{phys}} = D^{\text{cur}} + \left(C_N - D^{\text{cur}}\right) \min\left\{\frac{a_{\text{eff}}}{L},\ 1\right\}. \tag{24.6}$$

La soustraction préalable évite de déprécier deux fois les éléments que le coût de correction remplace à neuf : si l'entrée asphaltée est refaite, son coût neuf ne doit pas aussi être déprécié par le ratio. En toute rigueur, l'âge effectif devrait être réestimé après correction, puisque les travaux curables rajeunissent le bâtiment ; la pratique conserve en général l'âge effectif constaté, parce que les travaux curables sont de faible ampleur et que leur effet est déjà dans la note d'état des composantes concernées. Pour le sujet, $D^{\text{cur}} = 10\,479{,}98$ \$ et la part incurable vaut (397 567,33 \$ − 10 479,98 \$)×29/60 = 187 092,22 \$, d'où un total de 197 572,20 \$ ou 49,70 % : la modification ajoute 5 414,65 \$ à l'âge-vie simple, c'est-à-dire la part du curable que le ratio n'aurait pas comptée, $D^{\text{cur}}(1 - 29/60)$.

24.2.3 La méthode ventilée

La **méthode ventilée** (*breakdown method*) corrige les deux premières faiblesses en traitant séparément trois blocs : les éléments curables, mesurés à leur coût de correction ; les composantes incurables de courte durée (*short-lived items*), dont la vie utile est inférieure à la vie économique du bâtiment et qui seront remplacées au moins une fois avant son terme, chacune dépréciée selon son propre ratio âge effectif sur vie utile ; et les éléments incurables de longue durée (*long-lived items*), structure et ouvrages de base, dépréciés par le ratio âge-vie du bâtiment appliqué à la base restante. En notant C_k le coût neuf de la composante de courte durée k, a_k son âge effectif et L_k sa vie utile,

$$D_{\text{phys}} = \underbrace{D^{\text{cur}}}_{\text{curable}} + \underbrace{\sum_k C_k \min\left\{\frac{a_k}{L_k},\ 1\right\}}_{\text{courte durée}} + \underbrace{\left(C_N - D^{\text{cur}} - \sum_k C_k\right) \min\left\{\frac{a_S}{L},\ 1\right\}}_{\text{longue durée}}, \tag{24.7}$$

où a_S est l'âge effectif de la structure. La base de longue durée est le coût neuf diminué du curable et du coût neuf des composantes de courte durée, de sorte que chaque dollar du coût neuf est déprécié exactement une fois : c'est la garantie d'absence de double comptage interne à la méthode, implémentée telle quelle par la fonction `depreciation_ventilee` de la bibliothèque. Une composante entièrement remplacée au titre du curable, comme l'entrée asphaltée du sujet, est retirée de la liste des composantes de courte durée, sans quoi elle serait comptée dans le curable et de nouveau dans la courte durée.

La proposition suivante relie la méthode ventilée à la méthode âge-vie simple et explique pourquoi la première donne presque toujours davantage dans un bâtiment d'âge moyen.

Proposition 24.1 : Écart entre la méthode ventilée et la méthode âge-vie

Soit $r_S = \min\{a_S/L, 1\}$ le ratio âge-vie de la structure et $r_k = \min\{a_k/L_k, 1\}$ celui de la composante k. L'écart entre la dépréciation ventilée de l'équation (24.7) et la dépréciation âge-vie simple de l'équation (24.5) calculée avec $a_{\text{eff}} = a_S$ vaut

$$D^{\text{vent}}_{\text{phys}} - D^{\text{âge-vie}}_{\text{phys}} = D^{\text{cur}}\,(1 - r_S) + \sum_k C_k\,(r_k - r_S). \tag{24.8}$$

Il est positif dès que le curable est non nul et que les composantes de courte durée sont, en moyenne pondérée par leurs coûts, plus avancées dans leur vie utile que la structure dans sa vie économique.

Démonstration. En développant l'équation (24.7), $D^{\text{vent}} = D^{\text{cur}} + \sum_k C_k r_k + C_N r_S - D^{\text{cur}} r_S - r_S \sum_k C_k$, et $D^{\text{âge-vie}} = C_N r_S$. La différence est $D^{\text{cur}}(1 - r_S) + \sum_k C_k (r_k - r_S)$. Le premier terme est positif puisque $r_S \le 1$; le second l'est si $\sum_k C_k r_k > r_S \sum_k C_k$, c'est-à-dire si la moyenne des r_k pondérée par les C_k excède r_S. □

Pour le sujet, la fiche d'état du chapitre 11 compte dix-huit composantes de courte durée une fois l'entrée asphaltée retirée, dont le coût neuf total est de 221 517,66 $, soit 55,7 % du coût neuf ; leur dépréciation s'élève à 130 584,55 $, soit 58,9 % de leur coût neuf, contre un ratio de $29/60 = 48{,}3\,\%$ pour la structure. La base de longue durée est $397\,567{,}33\,\$ - 10\,479{,}98\,\$ - 221\,517{,}66\,\$ = 165\,569{,}69\,\$$, dépréciée de 29/60, soit 80 025,35 $. Le total ventilé atteint 221 089,88 $, soit 55,61 % du coût neuf, et l'écart avec l'âge-vie simple à âge effectif égal est de 28 932,33 $, que l'équation (24.8) décompose en $10\,479{,}98\,\$ \times (1 - 0{,}4833) = 5\,414{,}66\,\$$ pour le curable et $130\,584{,}55\,\$ - 221\,517{,}66\,\$ \times 0{,}4833 = 23\,517{,}67\,\$$ pour les composantes de courte durée. Le tableau 24.2 et la figure 24.1 détaillent les dix-huit composantes ; les trois qui pèsent le plus sont le revêtement extérieur, les armoires de cuisine et les fenêtres, et les quatre dont le ratio dépasse 90 % (VRC, aménagement paysager, balcon, gouttières) sont celles que l'inspection a notées 4 ou 5 sans qu'un travail immédiat ait été inscrit au curable, parce qu'elles fonctionnent encore. Le tableau 24.3 rapproche les quatre lectures.

Il faut lire ces quatre nombres pour ce qu'ils sont : des mesures de l'usure physique rapportée au coût de remplacement, sous des conventions de durée de vie qui ne proviennent pas du marché. Qu'une cuisine de 1998 ait consommé 72 % de sa vie utile de trente ans est une proposition sur la cuisine, pas sur ce que l'acheteur retranche du prix pour en tenir compte ; la section 24.5 montrera que le marché synthétique du cas 1 retranche beaucoup moins, et la section 24.8 dira comment arbitrer. La méthode ventilée reste indispensable pour

Tableau 24.2. Dépréciation ventilée des composantes de courte durée du sujet du cas 1 : coût neuf (devis majoré des indirects et de l'incitatif, facteur 1,33043), année d'installation, note d'état, âge effectif, vie utile et dépréciation imputée. L'entrée asphaltée, remplacée intégralement au titre du curable, n'y figure pas.

Composante	Année	État	a_k	L_k	Coût neuf ($)	Dépréciation ($)	Ratio (%)
Revêtement extérieur	1 998	2	19,0	40	38 083,30	18 089,57	47,5
Armoires de cuisine et comptoirs	1 998	3	21,5	30	23 080,82	16 541,25	71,7
Fenêtres (PVC, double vitrage)	1 998	3	21,5	30	22 311,42	15 989,85	71,7
Électricité (entrée, filage, éclairage)	1 998	2	20,2	50	22 792,32	9 230,89	40,5
Plomberie (cuivre et PEX)	1 998	2	20,2	50	22 215,26	8 997,18	40,5
Balcon et perron	1 998	4	23,4	25	8 751,44	8 182,59	93,5
Thermopompe centrale et plinthes	2 016	3	8,8	15	13 944,66	8 134,39	58,3
Ventilateur récupérateur de chaleur	1 998	4	20,0	20	7 501,27	7 501,27	100,0
Planchers de bois franc	1 998	3	24,0	40	10 963,14	6 577,89	60,0
Couverture (bardeaux d'asphalte)	2 012	3	12,0	20	10 217,70	6 130,62	60,0
Aménagement paysager	1 998	3	19,0	20	6 251,05	5 938,50	95,0
Portes extérieures et porte de garage	1 998	3	21,5	30	7 982,10	5 720,51	71,7
Peinture intérieure	2 021	2	3,8	10	8 347,65	3 130,37	37,5
Planchers flottants (sous-sol)	2 009	4	16,0	20	3 702,85	2 962,28	80,0
Vanités et accessoires (2 sdb)	2 015	2	8,6	25	7 212,75	2 488,40	34,5
Planchers de céramique	1 998	2	18,4	35	4 543,82	2 385,50	52,5
Gouttières et solins	1 998	4	23,4	25	2 077,39	1 942,36	93,5
Chauffe-eau électrique	2 019	2	5,0	12	1 538,72	641,13	41,7
Total, 18 composantes					221 517,66	130 584,55	58,9

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch11_inspection.py` (fiche d'état, graine 20261031) et `ch24_depreciation.py` ; vies utiles et notes d'état : hypothèses pédagogiques du chapitre 11 ; âges effectifs selon l'équation (24.3).

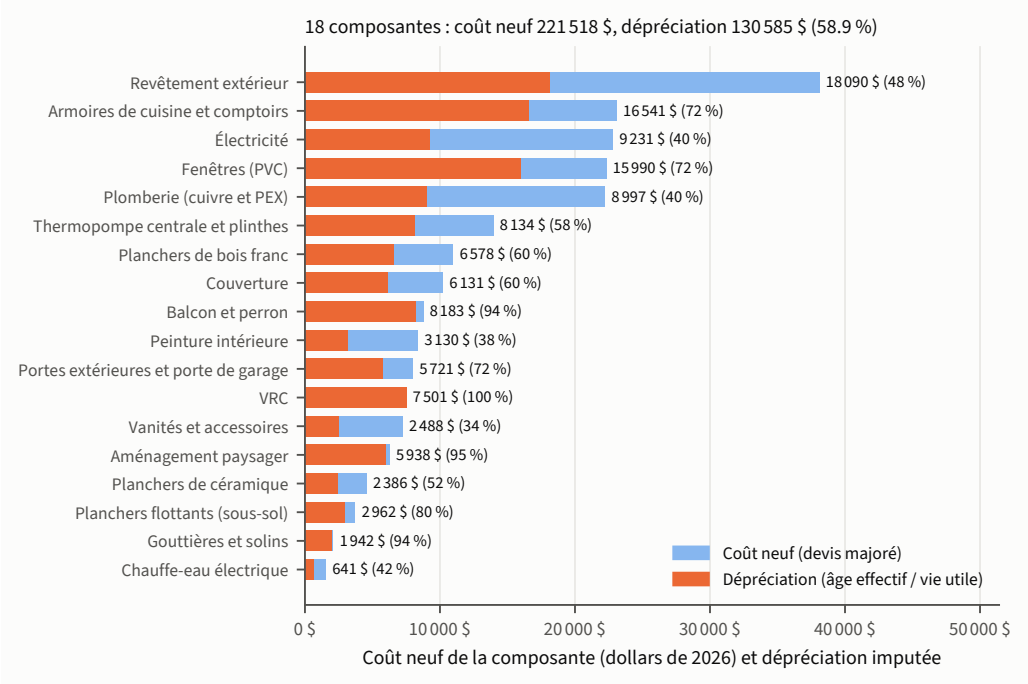


Figure 24.1. Coût neuf et dépréciation ventilée des dix-huit composantes de courte durée du sujet, triées par coût neuf. Les composantes d'origine notées 3 ou 4 (armoires, fenêtres, balcon, VRC) perdent de 70 à 100 % de leur coût neuf, tandis que les systèmes de longue vie utile (électricité, plomberie) et les éléments renouvelés (peinture, vanités, chauffe-eau) restent sous 45 %; au total, la courte durée est dépréciée de 58,9 %, dix points de plus que la structure.
Source: [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch24_composantes.py`, graine 20261031.

Tableau 24.3. Quatre lectures de la dépréciation physique du sujet du cas 1 ($C_N = 397\,567{,}33$ \$, vie économique 60 ans).

Méthode	Paramètres	D_{phys} (\$)	Taux (%)
Âge-vie, âge chronologique	$28/60$	185 531,42	46,67
Âge-vie, âge effectif	$29/60$	192 157,55	48,33
Âge-vie modifiée	curable 10 479,98 \$ + reste $\times 29/60$	197 572,20	49,70
Ventilée	curable + 18 composantes + base 165 569,69 \$ $\times 29/60$	221 089,88	55,61

Source: [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch24_depreciation.py`, fonction `variantes_physique`; fonctions `depreciation_age_vie`, `depreciation_age_vie_modifiee`, `depreciation_ventilee` de `traite.cout`.

deux usages que l'extraction ne remplit pas : identifier et chiffrer le curable, que l'acheteur déduit dollar pour dollar, et établir le calendrier et le budget des remplacements à venir, dont les réserves des immeubles de revenu dépendent (chapitre 28).

24.3 La désuétude fonctionnelle

24.3.1 Carence, surabondance et base de coût

La désuétude fonctionnelle naît d'un écart entre le bâtiment tel qu'il est et le bâtiment que le marché attendrait aujourd'hui pour le même usage. L'écart peut être une carence, un élément absent ou insuffisant, comme une seule salle de bain dans une maison de quatre chambres, une entrée électrique de 100 ampères, une isolation inférieure aux attentes, un plan cloisonné là où le marché veut une aire ouverte ; ou une surabondance, un élément qui a coûté plus qu'il ne rapporte, comme une deuxième cuisine au sous-sol, un chauffage surdimensionné, des finitions de luxe dans un quartier modeste, une piscine creusée que les acheteurs du secteur ne paient pas. La mesure dépend de la base de coût. Si le coût neuf est un coût de remplacement, les surabondances en sont déjà exclues et seules subsistent les carences et, pour les surabondances, l'excès de coûts d'exploitation qu'elles engendrent ; si c'est un coût de reproduction, les surabondances y figurent et doivent être retranchées, nettes de la dépréciation physique déjà imputée, ce qu'établit la proposition 21.1. L'ouvrage travaille au coût de remplacement ; les exemples qui suivent le rappellent lorsque c'est nécessaire.

24.3.2 La désuétude fonctionnelle curable

Une carence est curable si l'ajout de l'élément manquant coûte moins qu'il ne rapporte. Sa mesure n'est pas le coût de l'ajout mais l'excès de ce coût sur ce que l'élément aurait coûté s'il avait été prévu à la construction, car ce dernier montant est déjà dans le coût de remplacement d'un bâtiment conforme aux attentes ; le déduire de nouveau compterait l'élément deux fois. La pratique nord-américaine formule la règle en trois temps (Appraisal Institute 2026) : coût de la correction installée, moins coût de l'élément s'il avait été inclus à neuf, plus la dépréciation physique déjà imputée à l'élément existant s'il y en a un à remplacer, ce dernier terme corrigeant le fait que la dépréciation physique a déjà retranché une part de l'élément remplacé. La bibliothèque code cette règle sous la forme

$$D^{\text{cur}}_{\text{fonc}} = K_{\text{corr}} - C^{\text{neuf}}_{\text{élément}} - D^{\text{déjà}}_{\text{phys}}, \tag{24.9}$$

où K_{corr} est le coût installé de la correction a posteriori, $C^{\text{neuf}}_{\text{élément}}$ le coût de l'élément s'il avait été inclus dans le bâtiment neuf et $D^{\text{déjà}}_{\text{phys}}$ la dépréciation déjà imputée à l'élément existant. Pour une carence pure, il n'y a pas d'élément existant et $D^{\text{déjà}}_{\text{phys}} = 0$: la désuétude est l'excès de coût du rattrapage. Pour une carence qui exige de remplacer un élément existant, par exemple une entrée électrique de 100 ampères par une de 200, le coût neuf de l'ancien élément a déjà été déprécié ; on soustrait cette dépréciation pour ne pas la compter deux fois. Le signe de la convention mérite attention : la fonction `desuetude_fonctionnelle_curable` soustrait le troisième terme parce que son argument est la dépréciation déjà comptée, dont la contribution résiduelle de l'ancien élément a déjà été amputée.

Le sujet du cas 1 fournit un exemple, ajouté ici à la fiche d'état du chapitre 11 comme constat propre au présent chapitre et tout aussi fictif qu'elle : les deux salles de bain sont à

l'étage et le rez-de-chaussée ne comporte aucune salle d'eau, alors que les cottages construits ou rénovés aujourd'hui dans le secteur en ont une. Une soumission fictive pour ajouter une salle d'eau sous l'escalier, plomberie, ventilation, cloisons et finition comprises, s'établit à $K_{\text{corr}} = 16\,000\,\$$. Si l'élément avait été prévu à la construction, il aurait coûté, aux prix unitaires du devis du chapitre 21, deux appareils de plomberie, une demi-vanité, une porte, douze mètres carrés de gypse et de peinture et trois mètres carrés de céramique, soit 6 309,76 $ de coûts directs et, majorés des indirects et de l'incitatif, $C^{\text{neuf}}_{\text{élément}} = 8\,394{,}69\,\$$. La désuétude fonctionnelle curable vaut donc $16\,000\,\$ - 8\,394{,}69\,\$ = 7\,605{,}31\,\$$. Elle n'est retenue qu'à la condition de curabilité : la valeur ajoutée par une salle d'eau au rez-de-chaussée doit atteindre au moins 16 000 $, ce que les données du cas 1 ne permettent pas de tester, faute d'une variable correspondante dans le modèle hédonique ; l'exemple intégral déclare cette hypothèse et l'analyse de sensibilité en mesure le poids, qui est faible.

Une surabondance curable, sous la base de reproduction, se mesure par le coût de reproduction de l'élément surabondant net de la dépréciation physique déjà imputée, plus le coût de son enlèvement, moins la valeur de récupération éventuelle ; sous la base de remplacement, seuls subsistent le coût d'enlèvement et la récupération, puisque l'élément n'est pas dans le coût neuf. L'exercice 24.3 applique les deux bases à une deuxième cuisine.

24.3.3 La désuétude fonctionnelle incurable

Lorsque la correction coûte plus qu'elle ne rapporte ou qu'elle est impossible, la désuétude se mesure par ce qu'elle retire effectivement à la valeur, et le marché en est le seul juge. Deux procédés sont classiques. Le premier, propre aux immeubles de revenu, capitalise la perte de loyer imputable au défaut : si un logement se loue $\Delta\ell$ de moins par mois qu'un logement comparable sans le défaut, et si le marché valorise les immeubles de ce type à un multiplicateur de loyer brut mensuel M_m,

$$D^{\text{incur}}_{\text{fonc}} = \Delta\ell \times M_m, \qquad M_m = 12\,M_a, \tag{24.10}$$

où M_a est le multiplicateur du revenu brut annuel du chapitre 29. Le second capitalise la perte de revenu net d'exploitation au taux global du marché, $\Delta RNE/R$, en imputant au bâtiment la part de la perte qui lui revient :

$$D^{\text{incur}}_{\text{fonc}} = \frac{\Delta RNE}{R} \times \omega_B, \tag{24.11}$$

où ω_B est la part du bâtiment dans la valeur ; pour une désuétude fonctionnelle, qui tient au bâtiment seul, $\omega_B = 1$, et la répartition ne devient nécessaire que pour la désuétude externe, qui frappe aussi le terrain. Un troisième procédé, applicable aux maisons comme aux immeubles, consiste à comparer des ventes appariées qui ne diffèrent que par le défaut ; il est identique dans sa forme à l'équation (24.12) de la section suivante, avec une part du bâtiment égale à un.

Deux illustrations, aux paramètres hypothétiques et déclarés comme tels, fixent les ordres de grandeur. Dans le marché des plex de Québec du deuxième dossier de cas, le multiplicateur médian du revenu brut des triplex est de 19,82 (chapitre 32) ; un logement dépourvu d'entrée de laveuse-sécheuse qui se loue 75 $ de moins par mois que ses voisins souffre, par l'équation (24.10), d'une désuétude incurable de $75 \times 12 \times 19{,}82 = 17\,838\,\$$. Pour un immeuble dont le plan fait perdre 6 000 $ de revenu net par année et dont le marché capitalise

les revenus à 4,50 %, milieu de la fourchette publiée pour les immeubles de faible hauteur de classe B à Montréal au troisième trimestre de 2026 (CBRE Canada 2026), l'équation (24.11) donne $6\,000\,\$/0{,}045 = 133\,333\,\$$. La différence entre les deux procédés n'est pas que de forme : la capitalisation du loyer brut suppose que les dépenses ne changent pas avec le défaut, alors que la capitalisation du revenu net les prend en compte ; lorsque le défaut modifie aussi l'inoccupation ou l'entretien, c'est la seconde qu'il faut préférer.

24.4 La désuétude externe

24.4.1 Localisation et conjoncture

La désuétude externe provient de causes extérieures au bien. On en distingue deux sources. La **désuétude de localisation** (*locational obsolescence*) tient à un élément du voisinage qui nuit à la valeur : une autoroute, une ligne à haute tension, une industrie bruyante, un terrain contaminé voisin, un zonage qui autorise un usage incompatible ; elle est en principe durable. La **désuétude économique** (*economic obsolescence*) tient aux conditions du marché : offre excédentaire, chute de la demande, hausse des taux, perte d'un employeur régional ; elle peut être temporaire et sa mesure doit dire si elle est censée persister. Dans les deux cas, la perte frappe le bien entier, et c'est l'une des difficultés propres à cette désuétude : une partie de la perte revient au terrain, dont la valeur est estimée séparément dans la méthode du coût et reflète déjà, si elle est tirée de ventes de terrains du même voisinage, la nuisance en question. Déduire la perte totale du bâtiment alors que le terrain l'a déjà subie la compterait deux fois ; il faut répartir.

24.4.2 Mesure par ventes appariées et par capitalisation

La première mesure compare le prix de biens exposés à la cause externe au prix de biens comparables qui ne le sont pas, toutes autres différences ajustées selon les méthodes du chapitre 17, puis impute au bâtiment sa part de l'écart :

$$D_{\text{ext}} = \left(P^{\text{aj}}_{\text{sans}} - P^{\text{aj}}_{\text{avec}}\right) \omega_B, \tag{24.12}$$

où ω_B est la part du bâtiment dans la valeur du bien, usuellement estimée par le rapport de la contribution du bâtiment à la valeur totale ou, à défaut, par la répartition terrain-bâtiment des biens comparables. Si une maison vaudrait 520 000 $ sans la nuisance et 490 000 $ avec, et si le bâtiment représente 60 % de la valeur, la désuétude externe imputable au bâtiment est de $30\,000\,\$ \times 0{,}60 = 18\,000\,\$$, les 12 000 $ restants étant réputés déjà pris en compte dans une valeur de terrain tirée du même voisinage. La seconde mesure, propre aux immeubles de revenu, capitalise la perte de revenu net attribuable à la cause externe et la répartit de même :

$$D_{\text{ext}} = \frac{\Delta RNE_{\text{ext}}}{R} \times \omega_B. \tag{24.13}$$

Avec la perte de 6 000 $ par année et le taux de 4,50 % de la section précédente, mais une cause cette fois externe et une part du bâtiment de 70 %, la désuétude vaut $133\,333\,\$ \times 0{,}70 = 93\,333\,\$$; si le taux de capitalisation était de 5,50 %, elle tomberait à 76 364 $, ce qui rappelle que la capitalisation d'une perte est aussi sensible au taux que la capitalisation d'un revenu.

La répartition par ω_B repose sur l'hypothèse que la nuisance réduit le terrain et le bâtiment dans la même proportion. Ce n'est pas toujours le cas : une nuisance qui rend un terrain

moins constructible frappe surtout le terrain ; une conjoncture qui fait baisser les loyers frappe surtout le bâtiment, parce que la valeur du terrain reflète sa meilleure utilisation à long terme. Clapp et Salavei (2010) ont montré, plus fondamentalement, que la relation entre le prix et l'âge que l'on mesure sur un marché incorpore la valeur de l'option de redévelopper, qui appartient au terrain ; là où le terrain domine, une part de ce que l'on prend pour de la dépréciation du bâtiment est en réalité une propriété du terrain, et la méthode du coût, qui les sépare, s'en trouve fragilisée. La leçon pratique est que la part ω_B doit être tirée du marché local et déclarée, et que la désuétude externe ne doit jamais être mesurée par un pourcentage forfaitaire.

24.4.3 Le cas inverse : un marché au-dessus du coût

La désuétude externe a un pendant que la pratique nomme rarement : lorsque la demande excède l'offre, les prix des bâtiments existants peuvent dépasser la somme de la valeur du terrain et du coût neuf déprécié. L'écart est alors une prime de rareté ou d'immédiateté, et non une désuétude négative ; la méthode du coût, qui raisonne du côté de l'offre, ne la capte pas, ce qui fait d'elle, dans de tels marchés, une borne inférieure plutôt qu'une estimation centrale. Le chapitre 21 a signalé le phénomène ; la section 24.5 le rencontre concrètement, puisque la dépréciation extraite de certaines ventes récentes du cas 1 est négative. L'évaluateur qui observe des dépréciations extraites négatives doit en conclure que le marché paie une prime, ou que la valeur du terrain est sous-estimée, et non que les bâtiments s'apprécient physiquement.

État de l'unité et dépréciation au rôle d'évaluation québécois

La Loi sur la fiscalité municipale fonde la valeur réelle sur « l'état de l'unité d'évaluation » à la date de référence, et précise que cet état « comprend, outre son état physique, sa situation au point de vue économique et juridique » ainsi que « l'environnement dans lequel elle se trouve » (Québec 1979b, art. 46 al. 3) : la loi reconnaît ainsi, sans employer ces mots, les trois familles de dépréciation du présent chapitre, l'état physique pour la dépréciation physique, la situation économique et juridique pour les désuétudes fonctionnelle et externe, l'environnement pour la désuétude de localisation. Lorsque le coût est la méthode la plus pertinente, l'évaluateur municipal applique la partie 3E du Manuel d'évaluation foncière du Québec, rendue obligatoire par le Règlement sur le rôle d'évaluation foncière (Québec 1994, art. 8) ; la valeur du bâtiment qui figure au rôle est donc un coût de remplacement déprécié, calibré à la date de référence du rôle, le 1er juillet 2025 pour le rôle 2027-2029 de Gatineau (Québec 1979b, art. 46 al. 1), et non à la date d'une évaluation privée (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026). Les barèmes et les tables de dépréciation du Manuel sont librement consultables mais protégés par le droit d'auteur du gouvernement du Québec ; ils ne sont ni reproduits ni paraphrasés dans leurs valeurs ici, et leur contenu détaillé n'a pas été dépouillé pour ce chapitre, ce qui est signalé dans les limites. Pour l'évaluateur privé, la répartition terrain-bâtiment du rôle, diffusée en données ouvertes sous licence CC-BY 4.0 avec interdiction de réidentification (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a), est une source utile pour estimer la part du bâtiment ω_B d'un voisinage et pour recouper une valeur de terrain extraite du marché, à la condition de se souvenir qu'elle date de

la date de référence et qu'elle résulte d'une évaluation de masse (chapitre 9). Enfin, les normes de pratique de l'OEAQ exigent que le rapport expose le raisonnement qui conduit à la conclusion (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) : les durées de vie, les âges effectifs, les parts du bâtiment et la source de toute dépréciation extraite du marché font partie de ce raisonnement et doivent y figurer, de même que les IVS demandent que l'approche par le coût soit documentée et justifiée (International Valuation Standards Council 2025, IVS 103, sect. 70).

24.5 L'extraction de marché

24.5.1 Principe

Toutes les méthodes précédentes mesurent la dépréciation à partir du bâtiment ; l'**extraction de marché** (*market extraction*) la mesure à partir des ventes. Pour une vente dont on connaît le prix P, la valeur du terrain V_L et le coût neuf C_N du bâtiment à la date de la vente, la définition 24.1 donne directement la dépréciation totale, toutes familles confondues :

$$D = C_N - (P - V_L), \qquad \delta = \frac{D}{C_N}, \qquad \bar{\delta}_a = \frac{\delta}{a}, \tag{24.14}$$

où $\bar{\delta}_a$ est le taux annuel moyen de dépréciation, rapporté à l'âge chronologique a ou, si on le connaît, à l'âge effectif. Répétée sur un ensemble de ventes d'âges différents, l'extraction livre une courbe de dépréciation en fonction de l'âge qui reflète ce que le marché retranche réellement, ce que Bowes (2011) tient pour la seule façon de rendre la méthode du coût crédible. La méthode exige trois ingrédients que l'on n'a pas toujours : des ventes de bâtiments comparables au sujet par le type et la qualité ; une valeur de terrain par vente, estimée par comparaison avec des terrains vacants ou, à défaut, par allocation ou par extraction sur des bâtiments neufs (chapitre 25) ; et un coût neuf par vente, transposé du sujet ou d'un barème selon la superficie et la qualité de chaque bâtiment. Chacun de ces ingrédients est une estimation, et l'erreur de la dépréciation extraite est la somme de leurs erreurs ; c'est pourquoi l'extraction se fait sur de nombreuses ventes et s'interprète par des médianes et des ajustements plutôt que vente par vente.

24.5.2 Application aux 600 ventes du cas 1

Le marché synthétique du cas 1 permet de dérouler la méthode de bout en bout, avec des choix tous déclarés. Les prix des 600 ventes sont d'abord ramenés à la date d'évaluation par la tendance mensuelle du modèle hédonique de référence, 0,364 % par mois (chapitres 17 et 18), afin que toutes les ventes soient exprimées aux conditions du marché du 1er septembre 2026. Le coût neuf de chaque bâtiment est transposé de celui du sujet par l'élasticité de taille du chapitre 21, $C_{N,i} = C_N(S_i/165)^{1+\varepsilon}$ avec $\varepsilon = -0{,}10$, et corrigé de la classe de qualité à raison de 5 % par échelon autour de la classe 3, hypothèse pédagogique ; le garage, le sous-sol fini et la piscine ne sont pas distingués, ce qui ajoute du bruit mais pas de biais systématique lié à l'âge. La valeur du terrain est extraite, secteur par secteur, des ventes de bâtiments de dix ans ou moins, pour lesquels la dépréciation est faible et peut être approchée par l'âge-vie : $V_{L,i} = P_i^{\text{aj}} - C_{N,i}(1 - a_i/60)$, et la médiane par secteur est retenue pour toutes les ventes du secteur. Le tableau 24.4 donne le résultat : à Hull, treize ventes récentes indiquent une

Tableau 24.4. Valeur du terrain extraite des ventes récentes (âge de dix ans ou moins) par secteur, cas 1 : $V_L = P^{\text{aj}} - C_N(1 - a/60)$, médiane par secteur, part médiane du prix et valeur par mètre carré du terrain médian.

Secteur	Ventes	V_L médiane ($)	Écart-type ($)	Part du prix (%)	Terrain médian (m²)	$/m²
Aylmer	4	321 579	19 824	47,2	550	585
Buckingham	5	182 678	45 365	38,7	1 790	102
Gatineau	9	270 089	47 817	47,1	647	417
Hull	13	276 954	50 814	50,5	548	505
Masson-Angers	2	175 657	122 053	30,2	2 098	84

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch24_depreciation.py`, fonction `valeur_terrain_par_secteur` ; `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv`, graine 20261031.

valeur de terrain médiane de 276 953,99 $, soit 50,5 % du prix de ces maisons récentes, ou environ 505 $/m² pour un terrain médian de 548 m² ; les secteurs périphériques, Buckingham et Masson-Angers, ont des terrains beaucoup plus grands et moins chers. Ces valeurs sont des allocations implicites du marché synthétique, non des observations de terrains vacants ; le chapitre 25 les confronte aux méthodes propres au terrain. Pour le sujet, la valeur de terrain retenue est la médiane de Hull arrondie au millier, $V_L = 277\,000$ $, soit 447 $/m² pour 620 m² ; c'est la valeur que les chapitres 25 et 45 doivent reprendre ou réviser explicitement.

Munie de ces trois ingrédients, l'équation (24.14) fournit une dépréciation pour chacune des 600 ventes. Le tableau 24.5 en donne les médianes par tranche d'âge et la figure 24.2(a) le nuage complet. La dispersion est considérable, avec un écart-type de quatorze à dix-huit points de pourcentage dans chaque tranche, et des valeurs négatives apparaissent chez les bâtiments récents : c'est la somme des erreurs d'estimation du terrain et du coût neuf, à laquelle s'ajoute, pour les ventes les plus chères, la prime de marché évoquée plus haut. Les médianes, elles, dessinent une courbe nette : 3,8 % de dépréciation avant dix ans, 19,2 % entre vingt et trente ans, 30,5 % entre quarante et cinquante ans, 40,3 % au-delà de soixante ans. Trois ajustements résument cette courbe. La droite par l'origine donne un taux annuel moyen de 0,619 % du coût neuf par année, ce qui correspond à une vie économique linéaire implicite de 162 ans, c'est-à-dire que le marché synthétique ne déprécie les bâtiments qu'à un rythme très inférieur à celui qu'une vie économique de 60 ans suppose. La droite avec constante, $\delta = 0{,}0878 + 0{,}00447\,a$, a une constante positive qui trahit la courbure. Le polynôme du second degré,

$$\hat{\delta}(a) = 0{,}0107 + 0{,}00891\,a - 0{,}0000514\,a^2, \qquad R^2 = 0{,}250, \tag{24.15}$$

dont la constante n'est pas significativement différente de zéro, décrit une dépréciation rapide au début, de l'ordre de 0,9 % par année dans la première décennie, puis de plus en plus lente, et il est retenu pour la suite. À 28 ans, il donne $\hat{\delta}(28) = 22{,}00$ % ; à 60 ans, 36,05 %, là où l'âge-vie dit 100 %.

L'écart entre les 22 % extraits et les 48 % à 56 % des méthodes fondées sur le bâtiment n'est pas une anomalie du jeu synthétique : c'est la tension que la littérature empirique documente depuis quarante ans et que la section suivante examine. Mais il faut d'abord en dire la cause mécanique dans le cas 1. Le générateur des données a été calibré sur des prix médians observés à Gatineau et sur des coûts unitaires publiés pour Montréal, et il associe à l'âge un effet sur le prix total de l'ordre de 0,55 % par année ; or, le prix total comprend le terrain,

Tableau 24.5. Taux de dépréciation extrait du marché par tranche d'âge chronologique, 600 ventes du cas 1 ramenées au 1er septembre 2026.

Tranche d'âge (ans)	Ventes	Médiane (%)	Moyenne (%)	Écart-type (points)
0 à 10	33	3,8	4,4	14,5
11 à 20	47	14,3	15,0	16,4
21 à 30	76	19,2	21,2	16,1
31 à 40	115	24,4	25,4	15,0
41 à 50	124	30,5	29,9	13,6
51 à 60	101	33,1	35,5	15,5
61 à 98	104	40,3	38,2	18,3

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch24_depreciation.py`, fonctions `extraction` et `tranches`.

qui ne se déprécie pas, de sorte que l'effet sur le bâtiment est plus fort, mais pas au point de rejoindre une vie de 60 ans. Dans un marché réel, l'évaluateur qui obtiendrait un tel écart devrait se demander si sa vie économique est trop courte, si ses vies utiles de composantes sont des vies physiques plutôt que des vies perçues par le marché, si la valeur de terrain est sous-estimée, ou si le marché paie une prime ; les quatre explications se cumulent souvent.

24.6 Les courbes de dépréciation empiriques

24.6.1 Ce que dit la littérature

L'estimation de la dépréciation économique à partir des prix d'actifs d'âges différents remonte aux travaux de Hulten et Wykoff (1981), qui ont montré, en appliquant une transformation de Box et Cox à des prix de bâtiments de millésimes variés, que le profil de perte de valeur est bien approché par une forme géométrique, c'est-à-dire par un taux constant appliqué à une valeur décroissante, plutôt que par la droite de la méthode âge-vie. Pour le logement, Malpezzi et al. (1987) ont estimé sur données microéconomiques américaines des taux de dépréciation brute, avant entretien, de l'ordre d'un demi à un pour cent par année de la valeur du logement, et ont insisté sur la dépendance de ce taux à l'entretien et à la localisation. Shilling et al. (1991) et Knight et Sirmans (1996) ont établi que le statut d'occupation et l'effort d'entretien modifient sensiblement le rythme de la dépréciation, les logements locatifs se dépréciant plus vite que les logements occupés par leur propriétaire ; Wilhelmsson (2008) a confirmé sur données suédoises que le niveau d'entretien explique une large part des écarts de taux entre logements du même âge. Harding et al. (2007) ont séparé, dans un modèle de ventes répétées, la dépréciation du capital-logement, l'effet de l'entretien et l'inflation des prix, et montré que la dépréciation nette d'entretien est nettement plus faible que la dépréciation brute. Smith (2004) a analysé la dépréciation économique résidentielle dans l'espace et le temps à une échelle fine et montré qu'elle varie selon le quartier et la période. Du côté des difficultés d'identification, Coulson et McMillen (2008) ont rappelé que l'âge, le millésime de construction et la date de vente sont liés par une identité comptable, de sorte qu'un effet d'âge estimé en coupe confond le vieillissement et les différences de conception entre générations de bâtiments ; Clapp et Giaccotto (1998) ont interprété les effets d'âge des modèles hédoniques dans un cadre

d'anticipations rationnelles, et Clapp et Salavei (2010) ont montré qu'ils incorporent la valeur de l'option de redéveloppement. Pour l'immobilier commercial et multirésidentiel, Bokhari et Geltner (2018) ont mesuré des profils qui dépendent de l'âge et du marché et qui concernent la valeur du bien entier, terrain compris, ce qui oblige, comme ici, à convertir avant de comparer avec une dépréciation du bâtiment.

Trois enseignements se dégagent pour l'évaluateur. La dépréciation que le marché retranche est, pour un logement entretenu, de l'ordre de un pour cent par année ou moins de la valeur, bien en deçà de ce qu'une vie économique conventionnelle de cinquante ou soixante ans implique ; elle n'est pas linéaire, mais rapide au début et lente ensuite, et peut même s'inverser pour les bâtiments très anciens, rénovés ou patrimoniaux, dont le millésime devient une qualité ; et elle est mesurée sur des prix totaux, de sorte que sa conversion en dépréciation du bâtiment exige une hypothèse sur la part du terrain.

24.6.2 De la courbe hédonique à la courbe de dépréciation du bâtiment

Le modèle hédonique de référence du cas 1 (chapitre 18) contient un polynôme du second degré en âge dont les coefficients estimés sont $\hat{\beta}_1 = -0{,}005097$ pour l'âge et $\hat{\beta}_2 = 0{,}002642$ pour l'âge au carré divisé par cent, soit 0,00002642 par année au carré. Toutes autres caractéristiques égales, le prix d'une maison d'âge a rapporté à celui d'une maison neuve vaut $\exp(\hat{\beta}_1 a + \hat{\beta}_2 a^2)$, et la baisse du prix total avec l'âge est

$$d_{\text{tot}}(a) = 1 - \exp\left(\hat{\beta}_1\, a + \hat{\beta}_2\, a^2\right). \tag{24.16}$$

Ce profil porte sur le prix du bien entier. Si le terrain représente une part α du prix d'un bien neuf et ne se déprécie pas, la baisse du prix total est entièrement supportée par le bâtiment, dont la dépréciation en proportion de son propre coût neuf est

$$d_B(a) = \frac{d_{\text{tot}}(a)}{1-\alpha}, \qquad \alpha = \frac{V_L}{P_{\text{neuf}}}, \tag{24.17}$$

où P_{neuf} est le prix du bien s'il était neuf. La conversion suppose que la valeur du terrain est la même pour le bien neuf et pour le bien âgé, ce qui est l'hypothèse de la méthode du coût elle-même. Pour le sujet, le modèle prédit un prix de 720 727 $ s'il était neuf, avec la correction de Duan et à la date d'évaluation ; avec $V_L = 277\,000$ $, la part du terrain est $\alpha = 0{,}384$. À 28 ans, le profil hédonique donne $d_{\text{tot}} = 11{,}48$ % et, converti, $d_B = 18{,}65$ % ; à 60 ans, 19,0 % et 30,9 %.

Le jeu de données étant synthétique, on connaît aussi la loi qui l'a engendré : d'après la description des données synthétiques du dépôt (`README.md`), le logarithme du prix contient le terme $-0{,}0055\,a + 0{,}00003\,a^2$, de sorte que le « vrai » profil est $1 - \exp(-0{,}0055\,a + 0{,}00003\,a^2)$, soit 12,23 % à 28 ans et 19,86 % une fois converti au bâtiment. Le modèle hédonique estimé sur 600 ventes le retrouve à un point près, ce qui est une validation de la procédure d'estimation plutôt qu'une information sur le marché réel de Gatineau. La figure 24.2(b) superpose les quatre profils : la droite âge-vie de 60 ans, la courbe extraite du marché par l'équation (24.15), la courbe hédonique convertie et le profil du générateur converti. Les trois derniers sont proches les uns des autres, à 18,7 %, 19,9 % et 22,0 % à 28 ans, et tous très en dessous de la droite, à 46,7 % ; la dépréciation ventilée du sujet, 55,6 %, est plus haute encore. La cohérence des trois courbes de marché n'est pas un hasard : l'extraction et le modèle hédonique lisent le même marché par deux voies, l'une en passant par un coût neuf et une valeur de terrain,

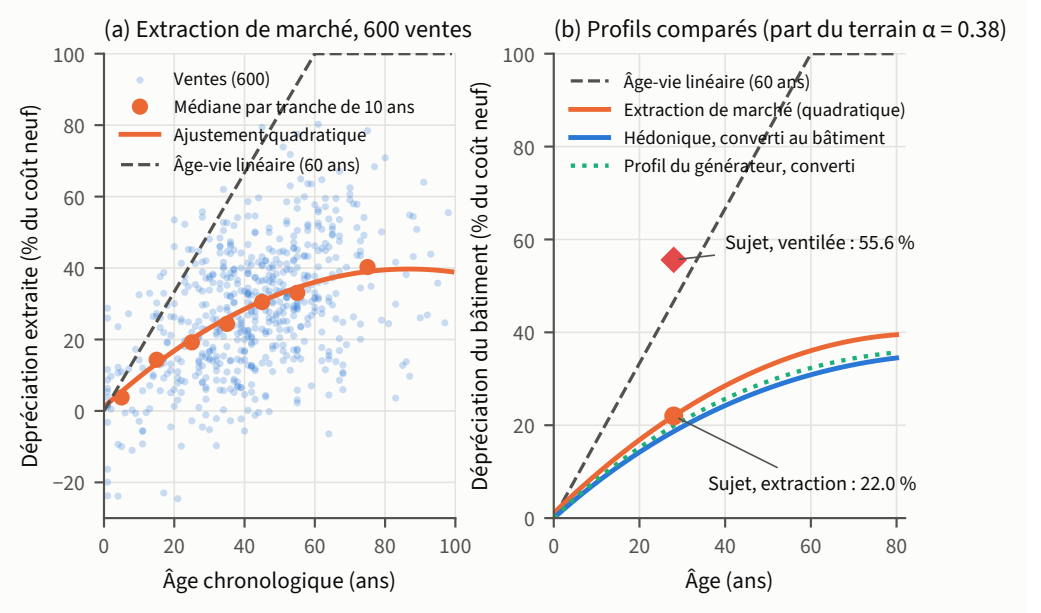


Figure 24.2. Courbes de dépréciation du bâtiment, cas 1. (a) Taux extraits du marché pour les 600 ventes, médianes par tranche de dix ans et ajustement quadratique de l'équation (24.15) ; la droite âge-vie de 60 ans est très au-dessus du nuage dès vingt ans. (b) Profils comparés sur 80 ans : la courbe extraite, la courbe hédonique convertie au bâtiment par l'équation (24.17) et le profil du générateur converti sont voisins et concaves, tandis que la droite âge-vie et, plus encore, la lecture ventilée du sujet (55,6 % à 28 ans) retranchent deux à trois fois plus.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch24_courbes.py`, graine 20261031 ; coefficients d'âge de `traite.cas1.hedonique` ; loi de génération de `data/synthetic/README.md`.

l'autre en estimant directement l'effet de l'âge, et le fait qu'elles concordent indique que les hypothèses de transposition du coût neuf et d'allocation du terrain sont compatibles avec les prix. L'extraction est légèrement au-dessus de la courbe hédonique convertie parce qu'elle mesure la dépréciation totale, désuétudes comprises, de bâtiments dont la qualité moyenne de construction n'est pas exactement celle du sujet, et parce que le polynôme ajusté sur les taux individuels n'est pas la transformation exacte du polynôme ajusté sur les logarithmes de prix.

24.6.3 Conséquences pour la pratique

La confrontation des courbes conduit à une règle de méthode. La vie économique et les vies utiles qu'un évaluateur utilise dans les méthodes âge-vie et ventilée ne sont pas des faits physiques ; ce sont des paramètres qui devraient être calibrés pour que la dépréciation du bâtiment reproduise celle que le marché retranche, ce que l'extraction de marché permet de vérifier. Lorsque l'extraction est possible, la pratique nord-américaine la tient pour la méthode la plus fiable de la dépréciation totale et réserve la méthode ventilée à la mesure du curable et au diagnostic des composantes (Appraisal Institute 2026 ; Bowes 2011). Lorsqu'elle ne l'est pas, faute de ventes ou de valeurs de terrain, la méthode âge-vie reste acceptable à condition d'utiliser une vie économique cohérente avec ce que l'on sait du

marché, et non une durée empruntée à la comptabilité ou à l'assurance. Dans le cas 1, une vie économique linéaire de 60 ans conduirait à une indication de valeur inférieure de plus de 130 000 $ à celle que le marché justifie, ce que l'exemple intégral chiffre.

24.7 Ordre des déductions et double comptage

24.7.1 Pourquoi l'ordre compte

Les conventions de calcul de l'ouvrage, fixées à l'annexe des conventions et dans la bibliothèque `traite.cout`, déduisent les dépréciations dans l'ordre physique curable, physique incurable, fonctionnelle, externe, chacune étant mesurée sur la base restante après les précédentes. L'ordre n'est pas une simple convention de présentation ; il détermine le résultat dès qu'une dépréciation est exprimée en proportion plutôt qu'en dollars. La raison est que la désuétude fonctionnelle et la désuétude externe ne peuvent frapper que ce qui reste du bâtiment : un élément dont l'usure a déjà retranché la moitié du coût ne peut perdre, du fait d'un défaut de conception, que la moitié de ce qu'il aurait perdu s'il était neuf. La proposition suivante le formalise pour la désuétude externe, qui est le cas le plus fréquent de dépréciation exprimée en pourcentage.

Proposition 24.2 : Désuétude externe proportionnelle et ordre des déductions

Soit une désuétude externe mesurée par ventes appariées comme une proportion θ de la contribution du bâtiment, et soit $B = C_N - D_{\text{phys}} - D_{\text{fonc}}$ la base restante après les dépréciations physique et fonctionnelle. Appliquée dans l'ordre des conventions, la désuétude externe vaut $D_{\text{ext}} = \theta B$; appliquée sur le coût neuf, elle vaudrait θC_N, et l'écart, $\theta\,(D_{\text{phys}} + D_{\text{fonc}})$, est la part de la désuétude externe comptée sur des dollars déjà déduits. La contribution finale du bâtiment est $B(1-\theta)$ dans le premier cas et $B - \theta C_N$ dans le second, inférieure de $\theta(D_{\text{phys}} + D_{\text{fonc}})$.

Démonstration. Par définition $B(1-\theta) - (B - \theta C_N) = \theta(C_N - B) = \theta(D_{\text{phys}} + D_{\text{fonc}})$, quantité positive dès que $\theta > 0$ et qu'une dépréciation a été déduite avant. □

L'ordre inverse, externe puis physique, produit le même écart en sens contraire si la dépréciation physique est exprimée en proportion : le ratio âge-vie appliqué à $C_N(1-\theta)$ au lieu de C_N réduit la dépréciation physique de θD_{phys}. Seule une convention fixe rend les dossiers comparables entre eux, et celle de l'ouvrage place en premier la dépréciation qui est la plus propre au bâtiment et la mieux documentée par l'inspection. Pour le sujet, une désuétude externe hypothétique de 10 % appliquée au coût neuf retrancherait 39 756,73 $; appliquée à la contribution du bâtiment après dépréciation physique extraite et désuétude fonctionnelle, 302 500,97 $, elle retrancherait 30 250,10 $, soit 9 506,64 $ de moins : c'est l'ampleur de l'erreur d'ordre dans un cas courant.

24.7.2 Les doubles comptages typiques

Le tableau 24.6 recense les doubles comptages les plus fréquents dans les dossiers de dépréciation, avec le mécanisme et la parade. Les cinq premiers sont internes au chapitre ; les deux derniers relient la dépréciation au coût neuf du chapitre 21 et à la valeur du terrain

Tableau 24.6. Doubles comptages fréquents dans la mesure de la dépréciation, mécanisme et parade.

Double comptage	Mécanisme	Parade
Curable et courte durée	Une composante remplacée au titre du curable reste dans la liste des composantes de courte durée	Retirer du coût neuf des composantes de courte durée tout élément remplacé à neuf (équation (24.7))
Courte durée et longue durée	La base de longue durée est le coût neuf entier au lieu du reste	Base de longue durée $= C_N - D^{\text{cur}} - \sum_k C_k$
Physique et fonctionnelle	Un élément vétuste (fenêtres de 1998) est déprécié par son âge puis de nouveau comme « désuet »	Une seule cause par élément ; la désuétude fonctionnelle ne vise que les défauts de conception, nets de la dépréciation physique déjà imputée (équation (24.9))
Base de remplacement et surabondance	Le coût de remplacement exclut déjà la surabondance, que l'on déduit encore	proposition 21.1 : sous la base de remplacement, seul l'excès de coûts d'exploitation ou d'enlèvement est déduit
Extraction et ventilée	On ajoute à une dépréciation extraite, déjà totale, le curable ou les composantes de courte durée	N'ajouter que les pertes atypiques propres au sujet ; justifier
Externe et terrain	La perte de valeur due à une nuisance est déduite en entier du bâtiment alors que le terrain, estimé dans le même voisinage, l'a déjà subie	Répartir par la part du bâtiment ω_B (équations (24.12) et (24.13))
Ordre des déductions	Une désuétude proportionnelle est appliquée au coût neuf plutôt qu'à la base restante	proposition 24.2 ; ordre physique curable, physique incurable, fonctionnelle, externe

Source : synthèse de l'auteur ; conventions de `analysis/python/traite/cout.py` et de l'annexe des conventions de calcul.

du chapitre 25. Le plus insidieux est celui qui mêle la méthode ventilée et l'extraction de marché : la dépréciation extraite est une dépréciation totale, toutes familles et tous régimes confondus, parce que le marché ne distingue pas ce qu'il retranche ; lui ajouter le curable, les composantes de courte durée ou une désuétude fonctionnelle déjà typique des bâtiments du même âge revient à les compter deux fois. Seules les pertes propres au sujet et atypiques pour son âge et son secteur peuvent s'ajouter à une dépréciation extraite ; l'exemple intégral n'en retient qu'une, la carence de salle d'eau, et justifie pourquoi le curable n'est pas ajouté.

24.8 Exemple intégral : la dépréciation du sujet du cas 1

Données synthétiques

Le sujet est la maison fictive du premier dossier de cas : cottage à étages de 165 m² habitables construit en 1998 sur un terrain de 620 m² du secteur Hull de Gatineau, qualité moyenne, garage simple, sous-sol fini, évalué au 1er septembre 2026 (`data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json`). Le coût neuf de 397 567,33 $ provient du chapitre 21 (`ch21_cout_neuf.py`) ; la fiche d'état, les âges effectifs et les travaux curables proviennent du chapitre 11 (`ch11_inspection.py`, constats fictifs, vies utiles hypothétiques) ; la carence de salle d'eau et sa soumission de 16 000 $ sont des hypothèses du présent chapitre ; la valeur du terrain est extraite du marché synthétique des 600 ventes (`cas1_gatineau_ventes.csv`, graine 20261031). Aucun chiffre ne décrit une propriété ou un marché réels. Tous les résultats sont imprimés par `analysis/python/cases/ch24_depreciation.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch24.py`.

Exemple 24.1 : Dépréciations et valeur par le coût d'un cottage de 28 ans à Hull

L'estimation procède en sept étapes : âges et vies, dépréciation physique par les méthodes fondées sur le bâtiment, désuétude fonctionnelle, désuétude externe, extraction de marché, rapprochement des deux lectures, et indication de valeur.

Étape 1 : âges et vies. L'âge chronologique est de 28 ans. La fiche d'état du chapitre 11 donne à la structure un âge effectif de 29 ans par l'équation (24.3), pour une vie économique de 60 ans ; la vie restante est de 31 ans. L'indice d'état pondéré est de 2,81 et l'âge effectif moyen des composantes pondéré par leurs coûts neufs équivaut à 32,8 ans sur 60. Le bâtiment est donc, pris dans son ensemble, dans un état typique de son âge, légèrement meilleur pour la structure et les systèmes, légèrement moins bon pour les finitions et les éléments extérieurs.

Étape 2 : dépréciation physique. Les quatre lectures du tableau 24.3 s'échelonnent de 185 531,42 $ (âge-vie à l'âge chronologique, 46,67 %) à 221 089,88 $ (ventilée, 55,61 %), en passant par 192 157,55 $ (âge-vie à l'âge effectif) et 197 572,20 $ (âge-vie modifiée). La ventilée se décompose en 10 479,98 $ de curable, 130 584,55 $ pour dix-huit composantes de courte durée et 80 025,35 $ pour la longue durée, et l'équation (24.8) explique son écart de 28 932,33 $ avec l'âge-vie à âge effectif égal. Toutes ces lectures mesurent l'usure au coût de remplacement sous des vies utiles conventionnelles.

Étape 3 : désuétude fonctionnelle. La seule carence retenue est l'absence de salle d'eau au rez-de-chaussée, curable sous l'hypothèse que la valeur ajoutée atteint le coût de la correction ; l'équation (24.9) donne $16\,000\,\$ - 8\,394{,}69\,\$ = 7\,605{,}31\,\$$. Aucune surabondance n'est relevée, et le coût neuf étant un coût de remplacement, il n'y aurait de toute façon rien à déduire à ce titre hors frais d'enlèvement. Aucune désuétude fonctionnelle incurable n'est retenue : le plan, les hauteurs et les équipements du cottage sont typiques des bâtiments de 1998 du secteur, et leurs effets sur le prix sont déjà dans la dépréciation que le marché retranche aux bâtiments de cet âge.

Étape 4 : désuétude externe. Le secteur est établi, sans nuisance identifiée ; le marché, loin d'être en offre excédentaire, paie pour les bâtiments récents un prix supérieur à la somme du terrain et du coût neuf déprécié. Il n'y a donc pas de désuétude externe, $D_{\text{ext}} = 0$, et l'on ne déduit pas non plus de « désuétude négative » : la prime de marché n'entre pas dans la méthode du coût, qui restera de ce fait une indication prudente.
Étape 5 : extraction de marché. La section 24.5 a extrait des 600 ventes une valeur de terrain de 277 000 $ pour le sujet et une courbe de dépréciation totale, équation (24.15), qui vaut $\hat{\delta}(28) = 22{,}00\,\%$ à l'âge chronologique du sujet, soit $D_{\text{extraite}} = 0{,}2200 \times 397\,567{,}33\,\$ = 87\,461{,}05\,\$$. Cette dépréciation est totale : elle contient l'usure, le curable et les désuétudes typiques des cottages de 28 ans du marché synthétique. L'âge chronologique est utilisé parce que la courbe a été estimée sur des âges chronologiques ; le sujet étant d'état typique pour son âge, aucun ajustement d'état ne s'impose, et c'est précisément ce que l'indice d'état de 2,81 et l'âge effectif de 29 ans contre 28 indiquent.
Étape 6 : rapprochement des deux lectures. La lecture ventilée donne une dépréciation totale de 221 089,88 $ + 7 605,31 $ = 228 695,19 $, soit 57,52 % du coût neuf, et une contribution du bâtiment de 168 872,14 $. La lecture extraite donne 87 461,05 $ + 7 605,31 $ = 95 066,36 $, soit 23,91 %, et une contribution de 302 500,97 $. L'écart de 133 628,83 $ n'est pas une erreur de calcul mais une divergence de méthode : la première mesure ce que le bâtiment a perdu de sa substance au coût de remplacement, la seconde ce que le marché retranche. Trois raisons conduisent à retenir la seconde pour l'indication de valeur. L'extraction, le modèle hédonique et le profil du générateur concordent à quelques points près (figure 24.2), alors que la ventilée est seule à son niveau ; les vies utiles de la ventilée sont des hypothèses sans source de marché, déclarées comme telles au chapitre 11 ; et la valeur marchande que l'on cherche est, par définition, ce que le marché paierait, non ce qu'il en coûterait de remettre à neuf. La ventilée conserve son utilité : elle a identifié les 10 479,98 $ de travaux immédiats, que l'acheteur prudent déduira, et dressé le calendrier des remplacements des dix prochaines années (balcon, VRC, gouttières, armoires, fenêtres), qui justifie, dans la réconciliation du chapitre 45, de situer l'indication dans la moitié basse de la fourchette plutôt qu'en son centre. Le curable n'est pas ajouté à la dépréciation extraite parce que l'entretien différé du sujet est typique de son âge et donc déjà contenu dans la courbe ; la carence de salle d'eau est ajoutée parce qu'elle est atypique.
Étape 7 : indication de valeur par le coût. Par la fonction `valeur_par_cout` et dans l'ordre des conventions,

$$\begin{aligned}\hat{V} &= V_L + C_N - D_{\text{extraite}} - D_{\text{fonc}} - D_{\text{ext}} \\ &= 277\,000\,\$ + 397\,567{,}33\,\$ - 87\,461{,}05\,\$ - 7\,605{,}31\,\$ - 0 = 579\,500{,}97\,\$, \end{aligned} \tag{24.18}$$

arrondie à 580 000 $. La dépréciation totale retenue est de 95 066,36 $, soit 23,91 % du coût neuf, et la contribution du bâtiment de 302 500,97 $, soit 52,2 % de l'indication, le terrain en représentant 47,8 %. Sous la lecture ventilée, l'indication n'aurait été que de 445 872,14 $. Le tableau 24.7 et la figure 24.3 résument les deux chemins. L'indication de 580 000 $ est la contribution du présent chapitre à la réconciliation du chapitre 45, où elle sera confrontée à la moyenne des prix ajustés des comparables du chapitre 17, 581 595 $, et à la prédiction hédonique du chapitre 18, 637 953 $; la valeur de terrain de 277 000 $ est l'hypothèse que le chapitre 25 doit reprendre ou réviser explicitement.

Tableau 24.7. Récapitulatif des deux lectures de la dépréciation du sujet du cas 1 et indication de valeur par le coût (ordre des conventions : physique, fonctionnelle, externe ; $V_L = 277\,000$ \$).

Poste	Lecture ventilée ($)	Lecture retenue ($)
Coût neuf C_N (chapitre 21)	397 567,33	397 567,33
Dépréciation physique curable	−10 479,98	incluse
Dépréciation physique incurable, courte durée (18 composantes)	−130 584,55	incluse
Dépréciation physique incurable, longue durée (base ×29/60)	−80 025,35	incluse
Dépréciation totale extraite du marché, $\hat{\delta}(28) = 22{,}00\,\%$	—	−87 461,05
Désuétude fonctionnelle curable (salle d'eau)	−7 605,31	−7 605,31
Désuétude externe	0,00	0,00
Dépréciation totale	228 695,19	95 066,36
Taux de dépréciation (% de C_N)	57,52	23,91
Contribution du bâtiment	168 872,14	302 500,97
Valeur du terrain V_L	277 000,00	277 000,00
Indication de valeur par le coût	445 872,14	579 500,97

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch24_depreciation.py`, fonction `valeur_sujet` ; `traite.cout.valeur_par_cout`.

24.9 Analyse de sensibilité

L'indication par le coût du sujet dépend de cinq hypothèses que l'évaluateur contrôle imparfaitement : la valeur du terrain, le choix de la méthode de dépréciation, les paramètres de l'extraction, la date des prix du coût neuf et la désuétude fonctionnelle. La figure 24.4 et le tableau 24.8 en mesurent les effets.

La première sensibilité est celle des méthodes fondées sur le bâtiment à leurs deux paramètres. La figure 24.4(a) croise la vie économique, de 50 à 100 ans, et l'âge effectif de la structure, de 20 à 37 ans, pour la méthode âge-vie modifiée à curable fixé : le taux de dépréciation parcourt de 22,1 % (vie de 100 ans, âge effectif de 20 ans) à 74,7 % (vie de 50 ans, âge effectif de 37 ans). Avec la vie conventionnelle de 60 ans, il faudrait un âge effectif de 20 ans, c'est-à-dire un bâtiment en excellent état, pour descendre à 35,1 % ; avec l'âge effectif constaté de 29 ans, il faudrait une vie économique de 100 ans pour approcher les 30,9 %, encore au-dessus des 22 % extraits. Aucune combinaison raisonnable des deux paramètres ne rejoint le marché : c'est le signe que le désaccord ne porte pas sur l'âge effectif mais sur la forme même de la méthode, linéaire sur une vie courte, face à un marché concave sur une vie longue.

La deuxième sensibilité est celle de l'extraction à ses choix de construction (tableau 24.8). Restreindre les ventes servant à extraire le terrain à cinq ans ou moins abaisse la valeur de terrain de Hull à 271 528 \$ et le taux à 28 ans à 19,68 % ; l'élargir à quinze ans la relève à 303 775 \$ et le taux à 27,20 %, parce que des bâtiments plus âgés, donc plus dépréciés, sont alors traités comme s'ils l'étaient à peine, ce qui gonfle la valeur de terrain et, par ricochet, la dépréciation de tous les autres. L'élasticité de taille et la correction de qualité ont des effets inférieurs à un point. Le taux à 28 ans varie ainsi de 19,68 % à 27,20 %, et l'indication de valeur, à terrain constant, de 558 807 \$ à 588 716 \$, soit une étendue de 5,2 %. Le choix

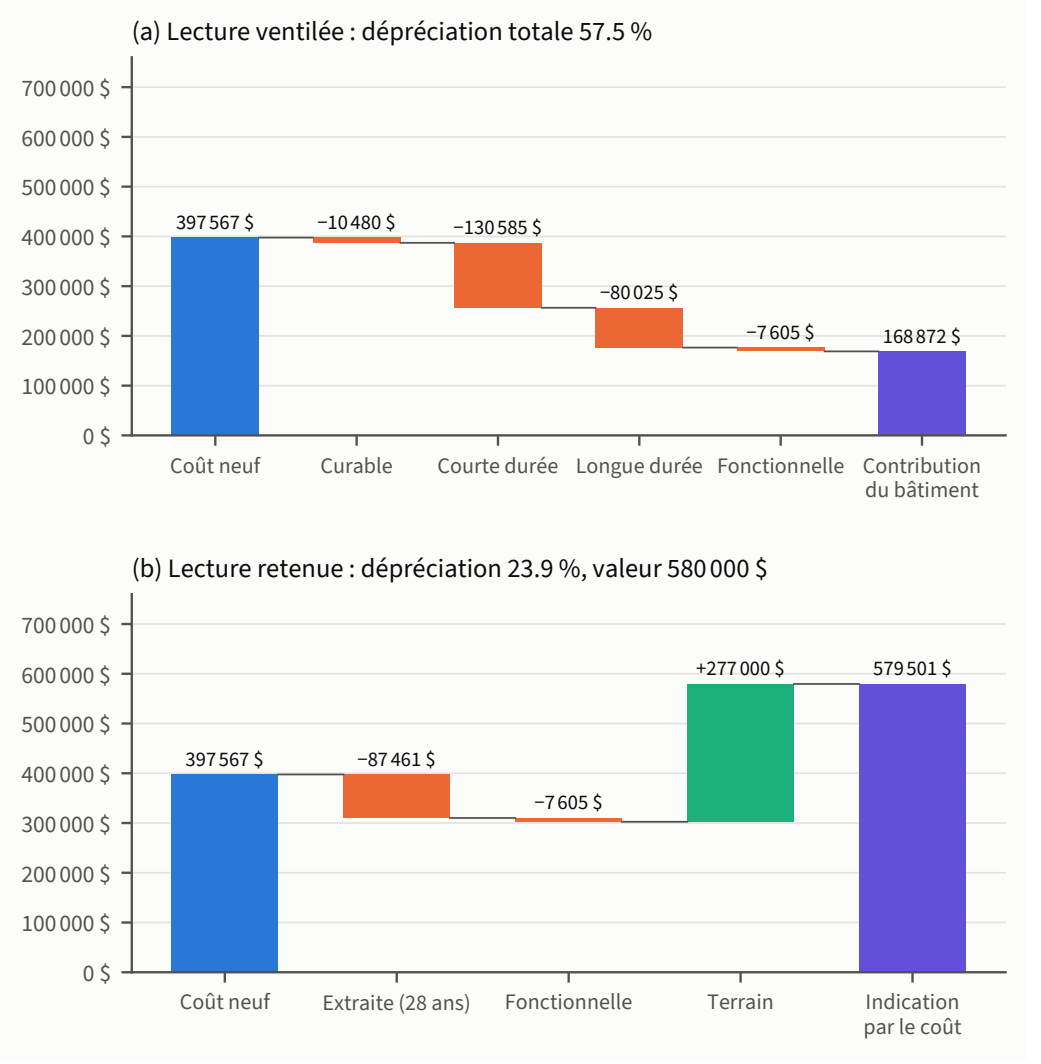


FIGURE 24.3. Du coût neuf à l'indication de valeur, sujet du cas 1. (a) Lecture ventilée : le coût neuf perd 57,5 % en curable, courte durée, longue durée et désuétude fonctionnelle. (b) Lecture retenue : la dépréciation extraite du marché à 28 ans (22,0 %) et la désuétude fonctionnelle propre au sujet laissent une contribution du bâtiment de 302 501 $, à laquelle s'ajoute le terrain de 277 000 $ pour une indication de 579 501 $, arrondie à 580 000 $.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch24_decomposition.py`, graine 20261031.

Tableau 24.8. Sensibilité de l'extraction de marché à ses choix de construction : valeur du terrain extraite pour Hull, taux de dépréciation à 28 ans selon l'ajustement quadratique et taux annuel moyen par la droite par l'origine.

Variante	V_L Hull ($)	$\hat{\delta}(28)$ (%)	Taux annuel (%/an)
Cas de base (ventes $\leq$ 10 ans, $\varepsilon = -0{,}10$, qualité $\pm$ 5 %)	276 954	22,00	0,62
Ventes récentes $\leq$ 5 ans	271 528	19,68	0,57
Ventes récentes $\leq$ 15 ans	303 775	27,20	0,72
Élasticité de taille $-0{,}05$	279 814	22,46	0,63
Élasticité de taille $-0{,}15$	274 069	21,47	0,61
Sans correction de qualité	278 242	21,79	0,62
Correction de qualité $\pm$ 10 %	276 954	21,20	0,60

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch24_depreciation.py`, fonction `sensibilite_extraction`.

de la fenêtre d'âge pour l'extraction du terrain est donc le paramètre le plus sensible de la procédure, et il doit être déclaré.

La troisième sensibilité, résumée par la tornade de la figure 24.4(b), compare les effets sur l'indication de 579 501 $. La substitution de la lecture ventilée à l'extraction domine tout : elle abaisse l'indication à 445 872 $, soit 23,1 % de moins. Vient ensuite la valeur du terrain, dont une variation de 15 % dans un sens ou l'autre déplace l'indication de 537 951 $ à 621 051 $, étendue de 14,3 % : parce que le terrain représente près de la moitié de l'indication, toute erreur sur lui se transmet presque intégralement. La date des prix du coût neuf, une année d'indice de construction à 8,6 % comme au chapitre 21, déplace l'indication de 554 944 $ à 606 170 $ (8,8 %), moins que proportionnellement parce que la dépréciation extraite, exprimée en taux, suit le coût neuf. Les paramètres de l'extraction pèsent 5,2 % et la désuétude fonctionnelle, doublée ou annulée, 2,6 %. La hiérarchie est claire : la méthode de dépréciation d'abord, le terrain ensuite, le coût neuf après, les raffinements de l'extraction et des désuétudes enfin. Elle fixe l'ordre dans lequel l'évaluateur doit investir son temps.

Erreurs fréquentes

- *Prendre l'âge chronologique pour l'âge effectif, ou l'inverse.* L'âge-vie exige l'âge effectif, qui provient de l'inspection ; une courbe extraite sur des âges chronologiques s'applique à l'âge chronologique, avec un ajustement d'état seulement si le sujet est atypique.
- *Emprunter une vie économique à la comptabilité ou à l'assurance.* Une durée d'amortissement fiscal ou une vie « technique » n'est pas une vie économique ; celle-ci se vérifie sur le marché, et l'exemple montre qu'une vie de 60 ans retranche deux fois ce que le marché retranche.
- *Additionner la dépréciation extraite et la ventilée.* La dépréciation extraite est totale ; n'y ajouter que les pertes atypiques propres au sujet.
- *Déduire la surabondance d'un coût de remplacement.* Il l'a déjà exclue (proposition 21.1).
- *Déprécier deux fois le même élément.* Une composante remplacée au titre du curable sort de la courte durée ; un élément usé n'est pas aussi « désuet » ; la base de longue durée est le reste, non le coût neuf.

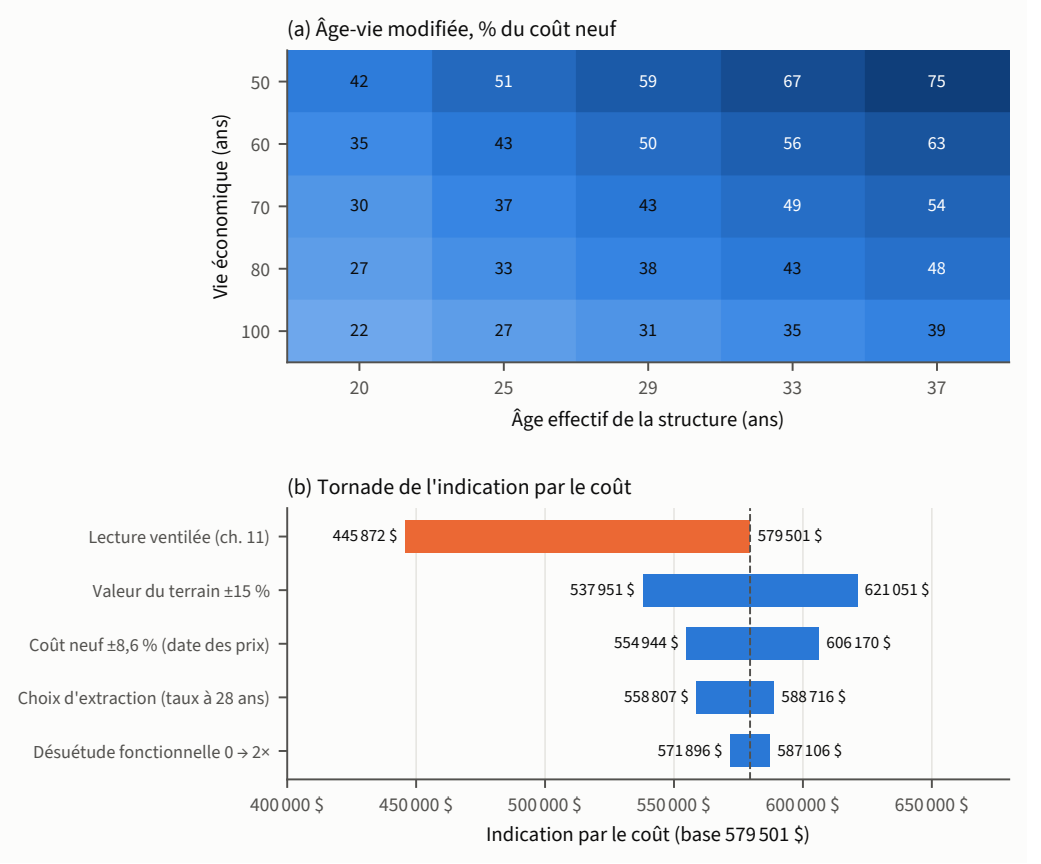


FIGURE 24.4. Sensibilité, sujet du cas 1. (a) Taux de dépréciation par la méthode âge-vie modifiée selon la vie économique et l'âge effectif de la structure : aucune combinaison raisonnable ne descend aux 22 % extraits du marché. (b) Tornade de l'indication par le coût autour de 579 501 $: la méthode de dépréciation pèse plus que tout, puis la valeur du terrain et la date des prix du coût neuf ; les paramètres de l'extraction et la désuétude fonctionnelle sont de second ordre.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch24_sensibilite.py`, graine 20261031 ; variation annuelle de l'indice de construction : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, via le chapitre 21.

- *Imputer au bâtiment toute la désuétude externe.* Le terrain, estimé dans le même voisinage, en a déjà subi sa part ; répartir par ω_B.
- *Appliquer un pourcentage au coût neuf plutôt qu'à la base restante.* L'ordre des déductions change le résultat dès qu'une dépréciation est proportionnelle (proposition 24.2).
- *Lire une dépréciation extraite négative comme une appréciation du bâtiment.* C'est une prime de marché ou une sous-estimation du terrain ; la méthode du coût ne la capte pas.

Limites et mises en garde

- Le marché du cas 1 est synthétique ; sa courbe de dépréciation découle d'une loi de génération déclarée (effet d'âge de $-0{,}0055\,a + 0{,}00003\,a^2$ sur le logarithme du prix total) et ne mesure pas le marché réel de Gatineau. La concordance entre extraction, modèle hédonique et profil du générateur valide la procédure, non les chiffres.
- Les vies utiles des composantes, les fractions $\varphi(c)$ et la vie économique de 60 ans sont des hypothèses pédagogiques du chapitre 11, sans source publique ; la carence de salle d'eau et sa soumission de 16 000 $ sont des hypothèses du présent chapitre, de même que la condition de curabilité, que les données ne permettent pas de tester.
- La valeur de terrain de 277 000 $ est une allocation implicite extraite de treize ventes récentes de Hull, avec un coût neuf transposé du sujet (élasticité $-0{,}10$, correction de qualité de 5 % par classe) ; elle n'est pas tirée de ventes de terrains vacants. Le chapitre 25 doit la confronter aux méthodes propres au terrain et le chapitre 45 la réconcilier.
- Les exemples de désuétude incurable (perte de loyer de 75 $, perte de RNE de 6 000 $, parts du bâtiment de 60 et 70 %, paires à 520 000 $ et 490 000 $) sont des illustrations aux paramètres hypothétiques ; seul le multiplicateur de 19,82 provient du cas 2 et le taux de 4,50 % de la fourchette publiée pour Montréal.
- Les tables de dépréciation et les durées de vie de la partie 3E du Manuel d'évaluation foncière du Québec n'ont pas été dépouillées ; le chapitre renvoie au Manuel sans en reproduire les valeurs (droit d'auteur, pas de licence ouverte). La pratique municipale de l'âge apparent n'est pas documentée ici.
- Les taux de dépréciation cités de la littérature (de l'ordre d'un demi à un pour cent par année) sont des ordres de grandeur tirés d'études américaines et suédoises des années 1980 à 2000 ; aucune étude arbitrée sur la dépréciation des logements québécois n'a été repérée dans les notes du dépôt.
- La courbe extraite est estimée sur des âges chronologiques ; faute d'âges effectifs pour les 600 ventes, l'effet de l'état n'est pas isolé, et la dispersion des taux individuels (écart-type de 14 à 18 points) en porte la trace.

À retenir

- La dépréciation est l'écart, à la date d'évaluation, entre le coût neuf et la contribution du bâtiment à la valeur ; elle se décompose en physique, fonctionnelle et externe, chacune curable ou incurable selon que le coût de la correction est ou non inférieur

à la valeur qu'elle ajoute.
- L'âge effectif provient de l'inspection selon la convention du chapitre 11, $a_{\text{eff}} = (1-\lambda)a + \lambda\varphi(c)L$; la vie restante est $L - a_{\text{eff}}$. Pour le sujet : 28 ans chronologiques, 29 ans effectifs, 31 ans de vie restante.
- Âge-vie, âge-vie modifiée et ventilée mesurent l'usure au coût de remplacement sous des vies conventionnelles ; pour le sujet, de 46,7 % à 55,6 % du coût neuf, l'écart entre ventilée et âge-vie valant $D^{\text{cur}}(1-r_S) + \sum_k C_k(r_k - r_S)$.
- La désuétude fonctionnelle curable est l'excès du coût de correction sur le coût à neuf ; l'incurable se capitalise (perte de loyer × multiplicateur, perte de RNE / taux) ou se mesure par paires. La désuétude externe se répartit entre terrain et bâtiment par ω_B et se déduit après les autres.
- L'extraction de marché, $D = C_N - (P - V_L)$ sur de nombreuses ventes, livre la dépréciation totale que le marché retranche ; sur le cas 1, 0,62 % par année en moyenne, 22,0 % à 28 ans, courbe concave concordante avec le modèle hédonique converti au bâtiment ($d_B = d_{\text{tot}}/(1-\alpha)$, $\alpha = 0{,}384$).
- Sujet du cas 1 : $V_L = 277\,000$ \$, $C_N = 397\,567$ \$, dépréciation totale retenue 95 066 \$ (23,9 %), contribution du bâtiment 302 501 \$, indication par le coût 580 000 \$; la lecture ventilée aurait donné 445 872 \$. La méthode de dépréciation est le premier facteur d'incertitude, le terrain le deuxième.

Exercices

Exercice 24.1 — Âge-vie et vie restante ★

Un bungalow a un coût neuf de 320 000 \$, une vie économique de 60 ans et un âge effectif de 15 ans. Calculez la dépréciation physique par la méthode âge-vie et la vie économique restante. L'inspection relève des travaux immédiats de 9 000 \$; recalculez la dépréciation par la méthode âge-vie modifiée et expliquez d'où vient l'écart avec la méthode simple. Que deviennent les deux résultats si l'âge effectif est réévalué à 20 ans ?

Exercice 24.2 — Méthode ventilée ★

Reprenez le bungalow de l'exercice précédent (coût neuf 320 000 \$, curable 9 000 \$, structure à 15 ans sur 60). Trois composantes de courte durée sont identifiées : toiture (coût neuf 9 000 \$, âge effectif 12 ans, vie utile 20 ans), fenêtres (18 000 \$, 10 ans, 30 ans) et chauffe-eau (1 500 \$, 8 ans, 12 ans). Calculez la dépréciation de chaque composante, la base de longue durée, la dépréciation de longue durée et le total ventilé ; comparez avec l'âge-vie modifiée et vérifiez l'écart à l'aide de la proposition 24.1.

Exercice 24.3 — Carence et surabondance ★★

(a) Une maison n'a pas de salle d'eau au rez-de-chaussée ; une soumission pour en ajouter une s'élève à 16 000 $, et l'élément aurait coûté 8 394,69 $ s'il avait été prévu à la construction. Des ventes appariées indiquent qu'une salle d'eau au rez-de-chaussée ajoute 12 000 $ au prix dans ce secteur. La carence est-elle curable ? Quelle désuétude faut-il déduire, et pourquoi ? (b) La même maison comporte une deuxième cuisine au sous-sol que le marché ne paie pas ; son coût de reproduction est de 22 000 $, la dépréciation physique déjà imputée est de 40 %, son enlèvement coûterait 3 000 $ et sa valeur de récupération est nulle. Mesurez la désuétude sous la base de reproduction puis sous la base de remplacement, en vous appuyant sur la proposition 21.1.

Exercice 24.4 — Désuétudes incurables capitalisées ★★

(a) Dans un triplex du marché de Québec, un logement sans entrée de laveuse-sécheuse se loue 75 $ de moins par mois que les logements comparables ; le multiplicateur médian du revenu brut des triplex est de 19,82. Mesurez la désuétude fonctionnelle incurable. (b) Un immeuble de six logements situé en bordure d'une artère bruyante perd 6 000 $ de revenu net par année par rapport aux immeubles comparables du quartier ; le taux global du marché est de 4,50 % et la part du bâtiment dans la valeur de 70 %. Mesurez la désuétude externe imputable au bâtiment, puis refaites le calcul avec un taux de 5,50 %. Expliquez pourquoi, dans le cas (a), la part du bâtiment est de 100 % et pourquoi, dans le cas (b), elle ne l'est pas.

Exercice 24.5 — Extraction de marché sur quatre ventes ★★

Quatre ventes de maisons comparables au sujet ont été analysées : (1) prix 610 000 $, terrain 260 000 $, coût neuf 420 000 $, 12 ans ; (2) 545 000 $, 250 000 $, 390 000 $, 25 ans ; (3) 480 000 $, 240 000 $, 380 000 $, 41 ans ; (4) 520 000 $, 255 000 $, 410 000 $, 33 ans. Pour chaque vente, calculez la contribution du bâtiment, la dépréciation, le taux et le taux annuel moyen. Calculez la moyenne et la médiane des taux annuels, la vie économique linéaire implicite, puis la dépréciation d'un sujet de 30 ans dont le coût neuf est de 400 000 $. Refaites le calcul si chaque valeur de terrain avait été sous-estimée de 20 000 $, et commentez la sensibilité de l'extraction à la valeur du terrain.

Exercice 24.6 — De la courbe hédonique à la dépréciation du bâtiment ★★★

Le modèle hédonique du cas 1 donne $\hat{\beta}_1 = -0{,}005097$ pour l'âge et $\hat{\beta}_2 = 0{,}00002642$ pour l'âge au carré ; la part du terrain dans le prix d'une maison neuve est $\alpha = 0{,}384$. (a) Calculez la baisse du prix total et la dépréciation du bâtiment à 10, 28 et 50 ans par les équations (24.16) et (24.17). (b) Calculez le taux marginal annuel de dépréciation du prix total à 28 ans, $-(\hat{\beta}_1 + 2\hat{\beta}_2 a)$, et convertissez-le au bâtiment. (c) À quel âge la

courbe hédonique atteint-elle son minimum, et comment interpréter ce qui se passe au-delà à la lumière de Coulson et McMillen (2008) et de Clapp et Salavei (2010) ? (d) Quelle part du terrain α faudrait-il pour que la méthode âge-vie à 60 ans et la courbe hédonique coïncident à 28 ans, et que conclure de ce nombre ?

Exercice 24.7 — Double comptage et ordre des déductions ★★★

Un évaluateur reprend le dossier du sujet du cas 1 ($C_N = 397\,567{,}33$ \$, $V_L = 277\,000$ \$). Il retient la dépréciation ventilée du tableau 24.2, mais il ajoute une « désuétude fonctionnelle » de 6 130,62 \$ pour la couverture jugée vétuste et de 15 989,85 \$ pour les fenêtres d'origine, puis il applique une désuétude externe de 10 % au coût neuf au motif que le marché serait « incertain ». (a) Identifiez chaque double comptage et chiffrez la surestimation de la dépréciation qu'il entraîne. (b) Recalculez la désuétude externe de 10 % dans l'ordre des conventions, sur la base restante après la dépréciation extraite du marché (87 461,05 \$) et la désuétude fonctionnelle (7 605,31 \$), et chiffrez l'erreur d'ordre à l'aide de la proposition 24.2. (c) Expliquez pourquoi, dans le marché du cas 1, aucune désuétude externe ne devrait être déduite, et ce que l'évaluateur aurait dû faire de son constat d'« incertitude ».

Pour aller plus loin

La présentation de référence des trois familles de dépréciation, des méthodes âge-vie, ventilée et d'extraction de marché, et des procédures de mesure de la désuétude fonctionnelle demeure celle de Appraisal Institute (2026), dont le vocabulaire est fixé par le glossaire de Appraisal Institute (2022) ; l'édition canadienne de UBC Real Estate Division (2010) en adapte la présentation et Achour (1992) en donne la terminologie française. Bowes (2011) consacre un ouvrage entier à la dépréciation des immeubles commerciaux et défend l'extraction de marché comme seule méthode capable de rendre la méthode du coût crédible ; sa lecture prolonge directement la section 24.5. Pour la taxonomie de l'obsolescence et ses liens avec l'investissement, Baum (1991) reste la référence britannique, que Wyatt (2022) et Scarrett et Osborn (2014) résument. Du côté de l'économétrie, Hulten et Wykoff (1981) ont fondé l'estimation de la dépréciation économique par les prix d'actifs de millésimes différents ; Malpezzi et al. (1987), Shilling et al. (1991), Knight et Sirmans (1996), Harding et al. (2007) et Wilhelmsson (2008) forment le noyau des études sur la dépréciation du logement et le rôle de l'entretien ; Smith (2004) en donne une lecture spatio-temporelle fine, Coulson et McMillen (2008) et Clapp et Giaccotto (1998) en discutent l'identification et l'interprétation, Clapp et Salavei (2010) y introduisent l'option de redéveloppement, et Bokhari et Geltner (2018) étendent l'analyse aux immeubles commerciaux et multirésidentiels. Enfin, le lien entre la part du terrain et la fiabilité de la méthode du coût, qui sous-tend la conversion de la section 24.6, est éclairé par Davis et Heathcote (2007).

25

Évaluation du terrain

La méthode du coût exige que l'on sache ce que vaut le terrain, et la méthode de comparaison le suppose sans le dire : quand deux maisons se vendent à des prix différents, une part de l'écart tient au sol qui les porte. Pourtant, le terrain d'une propriété bâtie ne s'échange jamais seul, et l'évaluateur doit estimer une composante qu'aucune transaction n'observe directement. Le présent chapitre clôt la partie consacrée au coût en traitant cette composante, la valeur du terrain V_L de l'identité $\hat{V} = V_L + C_N - D$ établie au chapitre 21. Il décrit d'abord pourquoi le terrain est évalué séparément et comme s'il était vacant, puis les unités dans lesquelles les terrains se comparent, les six méthodes dont dispose l'évaluateur (comparaison directe, allocation, extraction, technique résiduelle, lotissement actualisé et capitalisation de la rente foncière), la grille des ajustements propres aux terrains et le cas particulier des terrains intercalaires voués à la densification. L'exemple intégral établit la valeur du terrain de la maison du cas 1 à Gatineau, la confronte à celle que le chapitre 24 a extraite et fixe la valeur que les chapitres 20 et 45 reprendront ; la technique résiduelle est illustrée sur l'immeuble de douze logements du cas 3, et le lotissement actualisé sur un site fictif de un hectare. Le chapitre 41 prolonge ces outils vers l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation et vers l'évaluation des terrains de développement proprement dits.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- expliquer pourquoi le terrain est évalué séparément, réputé vacant et disponible pour sa plus haute et meilleure utilisation, et ce que cette convention implique au rôle d'évaluation foncière et dans la méthode du coût ;
- choisir l'unité de comparaison appropriée (mètre carré, mètre de façade, logement constructible, lot) et comprendre pourquoi la valeur unitaire décroît avec la superficie ;
- appliquer les six méthodes d'évaluation du terrain, en connaître les équations, les données requises et les conditions de validité ;
- construire une grille d'ajustements propre aux terrains (superficie, façade, forme, services, topographie, zonage, localisation, date) à partir d'un modèle hédonique ou de ventes appariées ;
- mesurer l'effet de levier qui frappe toute valeur de terrain obtenue par différence, et

en déduire une fourchette plutôt qu'un point ;
- situer les contraintes québécoises du lotissement, de la contribution pour fins de parcs, des zones inondables et de la zone agricole dans l'estimation de la valeur d'un terrain.

25.1 Pourquoi évaluer le terrain séparément

25.1.1 Un terrain réputé vacant, à sa plus haute et meilleure utilisation

Trois raisons imposent d'estimer la valeur du terrain comme une grandeur distincte. La première est méthodologique : la méthode du coût additionne la valeur du terrain et le coût déprécié des améliorations, et elle n'a de sens que si les deux termes sont estimés indépendamment, l'un par le marché des terrains, l'autre par le marché de la construction. La deuxième est juridique : au Québec, le rôle d'évaluation foncière inscrit séparément la valeur du terrain et celle du bâtiment de chaque unité, la catégorie fiscale des terrains vagues desservis dépend du rapport entre ces deux valeurs, et plusieurs régimes (contribution pour fins de parcs, expropriation, droits sur les mutations d'un terrain nu, assurance qui exclut le sol) exigent une valeur du terrain à part. La troisième est économique : le terrain ne se déprécie pas et ne se reproduit pas, de sorte que sa valeur se comporte autrement que celle du bâtiment ; la section 5.3 du chapitre 5 a montré que la quasi-totalité de la volatilité des prix des logements provient du prix du sol (Davis et Heathcote 2007 ; Knoll et al. 2017), et une propriété dont le terrain pèse la moitié de la valeur réagira à un retournement du marché bien plus qu'une propriété où il n'en pèse que le quart.

Définition 25.1 : Valeur du terrain

La **valeur du terrain** V_L d'une propriété est la valeur marchande, à la date d'évaluation, du fonds de terre réputé vacant et disponible pour sa plus haute et meilleure utilisation, compte tenu de sa superficie, de sa configuration, de ses services, de sa topographie, de sa localisation et des droits et restrictions qui le grèvent (zonage, servitudes, contraintes naturelles). Elle inclut la valeur des améliorations du site qui le rendent constructible (nivellement, raccordements, accès) lorsque les terrains comparables en sont pourvus, et elle exclut la valeur des bâtiments.

La convention du terrain vacant appelle deux précisions. D'abord, l'utilisation à laquelle on l'évalue est celle qui en serait faite s'il était libre, non celle du bâtiment qui s'y trouve ; pour la plupart des maisons d'un quartier établi les deux coïncident, mais elles divergent dès qu'un changement de zonage, une pression de densification ou un bâtiment en fin de vie rendent la démolition crédible, et la valeur du terrain peut alors dépasser celle de la propriété bâtie (chapitre 41). Ensuite, il faut dire ce que le terrain « comprend » : un terrain viabilisé vaut plus qu'un terrain brut, et si sa valeur est estimée par comparaison avec des terrains viabilisés, le coût des raccordements ne doit pas figurer une seconde fois dans le coût neuf du bâtiment, double comptage déjà signalé au chapitre 21.

Les normes professionnelles ne prescrivent pas une méthode d'évaluation du terrain, mais elles exigent que le rapport expose le raisonnement, les données et les méthodes retenues et qu'il motive le rejet des autres (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; Appraisal

Institute of Canada 2026). Il est d'usage, dans la pratique nord-américaine, de tenir la comparaison directe avec des ventes de terrains vacants pour la méthode privilégiée et de ne recourir aux méthodes indirectes, qui obtiennent le terrain par différence ou par résidu, que lorsque les ventes de terrains manquent (Appraisal Institute 2026 ; Achour 1992). Cette hiérarchie n'est pas une exigence normative ; elle découle de l'effet de levier que la section suivante rappelle.

25.1.2 Le terrain comme résidu et l'effet de levier

Le chapitre 5 a posé que la rente foncière est ce qui reste une fois rémunérés les autres facteurs, et il en a tiré la méthode résiduelle $V_L = V - (C_N - D)$ ainsi que l'effet de levier $\Delta V_L / V_L = (V/V_L)\,\Delta V/V$ à bâtiment donné. Ce résultat gouverne tout le chapitre. Toute méthode qui obtient le terrain par différence entre deux grandeurs du même ordre, la valeur de la propriété et le coût déprécié du bâtiment, ou le revenu net et le revenu attribuable au bâtiment, reporte en entier sur le terrain l'erreur commise sur l'autre terme. Si le terrain représente 45 % de la valeur, une erreur de 5 % sur la valeur de la propriété devient une erreur de 11 % sur le terrain ; une erreur de 10 % sur la dépréciation du bâtiment, qui ne pèse que quelques points de la valeur totale, se traduit par une erreur de même montant en dollars sur le terrain, donc proportionnellement bien plus grande. L'évaluateur qui dispose de ventes de terrains vacants échappe à ce levier, puisqu'il observe directement ce qu'il cherche ; celui qui n'en dispose pas doit présenter une fourchette et documenter avec un soin particulier le terme qu'il soustrait. L'exemple intégral de la section 25.6 chiffre ce levier sur le cas 1, et la section 25.7 sur le cas 3.

Le terrain dans la Loi sur la fiscalité municipale

L'unité d'évaluation est « le plus grand ensemble possible d'immeubles » appartenant au même propriétaire, formé de terrains contigus, utilisés à une même fin prédominante et cessibles « globalement et non par parties, compte tenu de l'utilisation la plus probable » (Québec 1979b, art. 34) ; c'est donc l'utilisation la plus probable, et non la division cadastrale, qui délimite le terrain à évaluer, et la valeur réelle de l'unité est établie selon cette utilisation la plus probable à la date de référence du rôle (Québec 1979b, art. 46 al. 1). Le rôle indique séparément la valeur du terrain et celle du bâtiment ; dans les données ouvertes du rôle diffusées par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation sous licence CC BY 4.0, ces deux montants figurent dans les champs RL0404A (terrain) et RL0404B (bâtiment) de chaque unité, ce qui permet d'analyser la part du terrain par quartier sans réidentifier les propriétaires (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a ; Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026b). La loi crée en outre une catégorie fiscale des **terrains vagues desservis** : un terrain desservi par l'aqueduc et l'égout sur lequel il n'y a aucun bâtiment, ou dont la valeur du bâtiment « est inférieure à 10 % de celle du terrain » (Québec 1979b, art. 244.36), et le taux particulier applicable à cette catégorie peut atteindre, selon l'article 244.49, le quadruple du taux de base. La Ville de Québec applique en 2026 un taux de 2,9856 $ par 100 $ aux terrains vagues desservis contre 0,7464 $ aux immeubles de un à cinq logements, soit exactement quatre fois plus (Ville de Québec 2026d). La répartition terrain–bâtiment au rôle a donc des conséquences fiscales directes, et la

qualification d'un terrain en construction comme terrain vague desservi fait l'objet d'un pourvoi devant la Cour suprême du Canada, en délibéré à la date de rédaction (Cour d'appel du Québec 2025). Enfin, les ventes de terrains vagues sont plafonnées dans l'échantillon qui sert au calcul de la proportion médiane du rôle (Québec 1993a, art. 8 à 10), ce qui rappelle que leur dispersion est plus grande que celle des ventes de propriétés bâties ; la norme de l'IAAO sur les études de ratios admet d'ailleurs pour les terrains vacants un coefficient de dispersion jusqu'à 25, contre 5 à 15 pour les résidences unifamiliales (International Association of Assessing Officers 2013).

25.2 Les unités de comparaison

Les terrains se comparent rarement en prix total, parce que leurs superficies varient davantage que celles des maisons ; il faut une unité commune, et son choix dépend de ce que l'acheteur type achète réellement. Le tableau 25.1 recense les unités usuelles. Pour un terrain résidentiel unifamilial, l'acheteur achète d'abord le droit d'y construire une maison, puis de l'espace autour ; pour un terrain destiné à un immeuble à logements, il achète un nombre de logements constructibles ou une superficie de plancher ; pour un terrain commercial, la façade sur la rue compte autant que la surface. L'unité doit refléter cette logique, sans quoi les ajustements qui suivent compensent une mauvaise unité au lieu de corriger de vraies différences.

Tableau 25.1. Unités de comparaison des terrains et conditions d'emploi

Unité	Emploi typique	Limite principale
Prix par lot	Lots de lotissement homogènes ; terrains unifamiliaux de taille voisine dans un même secteur	Exige des superficies et des configurations semblables
Prix par mètre carré ($/m^2)	Terrains résidentiels de superficies variées ; rôle d'évaluation ; terrains de développement	Suppose une relation proportionnelle alors que la valeur unitaire décroît avec la superficie (équation (25.2))
Prix par mètre de façade	Terrains commerciaux sur artère ; lots urbains étroits et profonds	Néglige la profondeur et la superficie ; règles de profondeur conventionnelles
Prix par logement constructible	Terrains multirésidentiels ; terrains intercalaires ; redéveloppement	Dépend de la densité permise par le zonage et de la faisabilité réelle (chapitres 8 et 41)
Prix par mètre carré de plancher constructible	Terrains à haute densité (copropriétés, tours)	Exige le coefficient d'occupation du sol et la hauteur admissibles
Prix par hectare	Terres agricoles, boisés, grands terrains ruraux	Hétérogénéité des sols et des usages ; zone agricole (LPTAA)

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026) et la pratique québécoise.

25.2.1 Pourquoi la valeur unitaire décroît avec la superficie

Le prix par mètre carré d'un terrain résidentiel n'est pas constant : il décroît avec la superficie, et il décroît d'autant plus vite que le terrain dépasse ce que l'usage permis

requiert. La raison est que le premier mètre carré, celui qui rend le terrain constructible, vaut beaucoup plus que le dernier, qui n'ajoute qu'un peu de cour. Un terrain de 1 200 m² dans un quartier où le zonage n'autorise qu'une maison ne vaut pas le double d'un terrain de 600 m² : il permet la même maison et un plus grand jardin, dont l'acheteur type n'est disposé à payer qu'une fraction. On modélise cette relation par une élasticité constante du prix total à la superficie, inférieure à l'unité :

$$P_L(T) = P_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\varepsilon_T}, \qquad 0 < \varepsilon_T < 1, \tag{25.1}$$

où P_0 est le prix d'un terrain de référence de superficie T_0, de sorte que la valeur unitaire

$$p_L(T) = \frac{P_L(T)}{T} = \frac{P_0}{T_0} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\varepsilon_T - 1} \tag{25.2}$$

décroît avec T à un rythme donné par $\varepsilon_T - 1 < 0$. Avec $\varepsilon_T = 0{,}5$, un terrain deux fois plus grand vaut 41 % de plus au total et 29 % de moins au mètre carré. L'élasticité se lit dans le marché : c'est le coefficient de $\ln T$ dans une régression du logarithme du prix des terrains sur leurs caractéristiques, et l'exemple intégral l'estime à 0,53 sur le jeu synthétique du chapitre. Elle n'est pas universelle : elle est plus élevée là où le zonage permet de subdiviser ou de densifier, puisque la superficie supplémentaire achète alors des droits de construire, et plus faible dans les quartiers de maisons où le lot minimal est déjà généreux. La règle pratique qui en découle est la même qu'au chapitre 16 pour les maisons : l'unité de comparaison corrige la taille au premier ordre seulement, et l'on borne la superficie des comparables avant de calculer des prix unitaires.

25.2.2 Façade, profondeur et règles conventionnelles

Dans les tissus urbains anciens, où les lots sont étroits et profonds, le prix par mètre de façade a longtemps servi d'unité, parce que la façade commande l'accès, la visibilité et la largeur du bâtiment possible. Des règles de profondeur conventionnelles, dont la plus connue attribue à quatre tranches égales de profondeur des parts décroissantes de la valeur, servaient à corriger les écarts de profondeur à façade donnée ; la littérature professionnelle les présente comme des conventions d'un autre âge, que rien n'autorise à appliquer sans vérification sur le marché local (Appraisal Institute 2026). Dans l'approche moderne, la façade entre comme une caractéristique parmi d'autres dans la grille d'ajustements ou dans le modèle hédonique, à superficie donnée ; l'exemple intégral montre que son effet y est faible et mal déterminé pour des terrains unifamiliaux de banlieue, ce qui est attendu lorsque presque tous les lots respectent la façade minimale du règlement de lotissement.

25.2.3 Le logement constructible comme unité

Pour un terrain destiné à un immeuble à logements ou susceptible de densification, l'unité pertinente est le logement constructible, ou le mètre carré de plancher constructible lorsque la typologie des logements est variable. Le nombre de logements admissibles découle du règlement de zonage : densité maximale par bâtiment, superficie minimale de terrain par logement $s_{\min}$, coefficient d'occupation du sol et marges, dont le chapitre 8 a donné la lecture.

Si $n(T)$ désigne le nombre de logements réalisables sur un terrain de superficie T, la valeur du terrain par logement constructible est

$$v_{\log} = \frac{P_L}{n(T)}, \qquad n(T) = \min\left\{\left\lfloor \frac{T}{s_{\min}} \right\rfloor,\ n_{\max}\right\}, \tag{25.3}$$

et deux terrains de même superficie mais de zonage différent se comparent par cette unité et non par le mètre carré. L'unité suppose que la densité permise est réellement réalisable, c'est-à-dire que les marges, le stationnement, la forme du lot et les contraintes du site n'empêchent pas d'atteindre $n_{\max}$; un terrain irrégulier ou traversé par une servitude peut n'admettre que la moitié des logements que sa superficie laisserait croire. La valeur par logement constructible est aussi celle qu'emploie la méthode du lotissement dans sa version multirésidentielle et l'analyse de PHMU du chapitre 41.

25.3 Les six méthodes

L'évaluateur dispose de six méthodes, que le tableau 25.2 compare et que les sous-sections suivantes dérivent. Trois d'entre elles observent le marché des terrains, directement (comparaison) ou à travers des ratios et des différences tirés de ventes de propriétés bâties (allocation, extraction) ; trois autres raisonnent sur l'usage futur du terrain, par le revenu qu'il permet de dégager (technique résiduelle, capitalisation de la rente) ou par le produit de son développement (lotissement). Les premières sont des méthodes de comparaison déguisées ; les secondes sont des méthodes de revenu appliquées au sol.

25.3.1 La comparaison directe

La **comparaison directe** applique aux terrains la logique des chapitres 16 et 17 : sélection de ventes récentes de terrains vacants substituables, vérification des conditions de vente, ajustements de transaction en pourcentage puis ajustements de propriété en dollars, et pondération des prix ajustés. En notant P_j le prix du terrain comparable j, A_{jk} l'ajustement monétaire pour la caractéristique k, compté du point de vue du sujet, et w_j les pondérations,

$$\hat{V}_L = \sum_{j=1}^{n} w_j \left(P_j + \sum_{k=1}^{K} A_{jk} \right), \qquad \sum_j w_j = 1. \tag{25.4}$$

Les ajustements sont dérivés soit de ventes appariées, soit d'un modèle hédonique des terrains ; dans ce dernier cas, l'ajustement pour la caractéristique k est $A_{jk} = B_j\,[\exp(\beta_k(x_{sk} - x_{jk})) - 1]$, appliqué en cascade sur la base B_j déjà ajustée, comme au chapitre 17. Les caractéristiques propres aux terrains, et l'ordre dans lequel elles sont ajustées, font l'objet de la section 25.4. La difficulté de la méthode est empirique : dans un quartier entièrement bâti, les ventes de terrains vacants sont rares, souvent atypiques (terrain enclavé, reliquat, lot issu d'une subdivision) et parfois non sincères (vente à un voisin ou à un constructeur lié au vendeur). L'évaluateur élargit alors le rayon et la fenêtre, accepte des terrains de secteurs voisins moyennant un ajustement de localisation, ou recourt aux méthodes indirectes.

25.3.2 L'allocation

L'**allocation** repose sur l'observation que, dans un secteur homogène, la part du terrain dans la valeur des propriétés bâties est relativement stable. Si a désigne cette part et $\hat{V}$ la

Tableau 25.2. Les six méthodes d'évaluation du terrain : équation, données requises, conditions de validité

Méthode	Équation	Données requises	Validité et principale faiblesse
Comparaison directe	$\hat{V}_L = \sum_j w_j \, (P_j + \sum_k A_{jk})$ (25.4)	Ventes récentes de terrains vacants comparables ; prix implicites des ajustements	Méthode privilégiée ; exige un marché de terrains actif, rare dans les quartiers bâtis
Allocation	$\hat{V}_L = a \, \hat{V}$ (25.5)	Valeur de la propriété ; ratio terrain–valeur du secteur (rôle, ventes neuves, extraction)	Grossière ; le ratio varie avec l'âge, la taille et la qualité du bâtiment ; contrôle de vraisemblance
Extraction	$\hat{V}_L = P - C_N(1 - \delta)$ (25.7)	Ventes de propriétés bâties ; coût neuf et dépréciation de leur bâtiment	Fiable pour les bâtiments récents (faible δ) ; levier total de l'erreur sur δ
Technique résiduelle	$\hat{V}_L = (RNE - R_B C_B)/R_L$ (25.9)	RNE stabilisé ; coût déprécié du bâtiment ; taux du terrain et du bâtiment	Bâtiment neuf ou hypothétique représentant la PHMU ; très sensible aux taux ; valeurs négatives possibles
Lotissement actualisé	$\hat{V}_L = \sum_t \dfrac{R_t - C_t - E_t}{(1 + r)^t}$ (25.11)	Prix des lots finis ; coûts de viabilisation, frais, profit ; rythme d'absorption ; taux	Terrains de développement ; nombreuses hypothèses, chacune à documenter
Capitalisation de la rente	$\hat{V}_L = \rho_1/(R_L - g)$ (25.12)	Rente foncière de marché (bail foncier, emphytéose) ; taux ; croissance	Terrains loués ; la rente contractuelle n'est pas toujours celle du marché

Source : synthèse de l'auteur ; terminologie d'après Appraisal Institute (2026) et Achour (1992).

valeur de la propriété,

$$\hat{V}_L = a\,\hat{V}, \qquad a = \frac{V_L}{V_L + C_N - D}. \tag{25.5}$$

Le ratio a peut être tiré de trois sources : les ventes de maisons neuves dans des projets où le prix du lot est connu, qui donnent directement a pour des bâtiments non dépréciés ; la répartition terrain–bâtiment du rôle d'évaluation foncière, dont l'encadré précédent a décrit les champs, qui donne un ratio à la date de référence du rôle et selon les barèmes du Manuel d'évaluation foncière ; et l'extraction sur un échantillon de ventes, décrite ci-après, qui produit une distribution de ratios. La méthode est grossière pour une raison structurelle : à valeur de terrain donnée, la part a croît avec l'âge et décroît avec la taille et la qualité du bâtiment, de sorte qu'un ratio moyen de secteur surestime le terrain d'une maison neuve et sous-estime celui d'une vieille maison. Elle sert de première estimation et de contrôle de vraisemblance : un terrain estimé à 70 % de la valeur d'une maison neuve là où le rôle en attribue 30 % au sol appelle une explication.

Il faut distinguer la part du terrain de l'élasticité du prix à la superficie du terrain que livre un modèle hédonique sur les propriétés bâties. Le coefficient de $\ln T$ dans le modèle du cas 1 mesure l'effet d'un mètre carré *supplémentaire* de terrain sur le prix d'une maison, toutes choses égales d'ailleurs : c'est un prix implicite marginal,

$$\frac{\partial P}{\partial T} = \beta_{\ln T}\,\frac{P}{T}, \tag{25.6}$$

qui vaut, pour le sujet du cas 1, environ 96 \$/m², alors que la valeur moyenne du terrain approche 430 \$/m². L'écart n'est pas une contradiction : la valeur d'un terrain n'est pas le produit de sa superficie par le prix du dernier mètre carré, pour la raison exposée à la section 25.2, et l'équation (25.6) ne sert qu'à ajuster des différences de superficie entre propriétés bâties, jamais à évaluer un terrain.

25.3.3 L'extraction

L'**extraction** (en anglais *extraction* ou *abstraction*) obtient la valeur du terrain d'une propriété vendue en retranchant du prix la contribution du bâtiment, estimée par son coût neuf diminué de la dépréciation :

$$\hat{V}_{L,j} = P_j - C_{N,j}\,(1 - \delta_j), \tag{25.7}$$

où δ_j est le taux de dépréciation totale du bâtiment j. Appliquée à plusieurs ventes d'un secteur, elle produit des valeurs de terrain qui sont ensuite ramenées à l'unité de comparaison et ajustées vers le sujet comme des ventes de terrains. C'est l'identité de la méthode du coût lue à l'envers, et elle en hérite les conventions : le coût neuf est le coût de remplacement, estimé selon le chapitre 21 ; la dépréciation est celle du chapitre 24, dont la convention retenue doit être déclarée. La méthode est d'autant plus fiable que δ_j est petit, c'est-à-dire que les bâtiments vendus sont récents, et elle devient hasardeuse pour des bâtiments anciens où δ_j atteint la moitié du coût neuf et où une erreur de dix points sur δ_j déplace le terrain de 5 % du coût neuf. Une dépréciation dérivée du marché lui-même, par exemple le profil d'âge d'un modèle hédonique, est préférable à une règle âge-vie posée a priori, parce qu'elle est cohérente avec les prix dont on part ; l'exemple intégral compare les deux, et c'est en restreignant l'extraction aux ventes récentes que le chapitre 24 en tire la valeur de terrain du

cas 1. Dans les marchés déprimés où les prix tombent sous le coût de construction, l'extraction donne des terrains de valeur nulle ou négative : ce n'est pas un échec de la méthode mais un fait économique, celui des villes en déclin où le logement durable se vend sous son coût de remplacement (Glaeser et Gyourko 2005), et le chapitre 24 le traite comme une désuétude externe.

25.3.4 La technique résiduelle du terrain

La **technique résiduelle du terrain** (*land residual technique*) transpose au revenu ce que l'extraction fait au prix. Elle part du revenu net d'exploitation stabilisé d'un immeuble, lui retranche le revenu nécessaire pour rémunérer et récupérer le capital investi dans le bâtiment, et capitalise le reste au taux de rendement du terrain. Sa dérivation suit la décomposition du taux global par bandes de capital : si la valeur de la propriété est $V = V_L + C_B$, où C_B est la contribution du bâtiment, et si le marché exige un rendement R_L sur le terrain et R_B sur le bâtiment, le revenu net se partage selon

$$RNE = R_L V_L + R_B C_B, \tag{25.8}$$

d'où

$$\hat{V}_L = \frac{RNE - R_B C_B}{R_L}. \tag{25.9}$$

Le taux du bâtiment excède celui du terrain parce que le bâtiment se consomme : si l'on retient une récupération linéaire du capital sur la durée de vie économique restante n, $R_B = R_L + 1/n$; une récupération par fonds d'amortissement au taux R_L donne $R_B = R_L + R_L/[(1+R_L)^n - 1]$, moins exigeante. Le terrain, lui, ne se consomme pas et n'appelle aucune récupération, ce qui justifie $R_L < R_B$ et, en général, R_L inférieur au taux global observé. La technique a été conçue pour les bâtiments neufs ou hypothétiques qui représentent la plus haute et meilleure utilisation du site, cas où $C_B = C_N$ est connu avec une précision raisonnable et où elle sert à vérifier qu'un projet « paie » le terrain ; le chapitre 41 l'emploie dans ce rôle. Appliquée à un bâtiment ancien, elle cumule les faiblesses de l'extraction, puisque C_B exige une dépréciation, et celles de la capitalisation, puisque deux taux doivent être posés. La proposition suivante en mesure la sensibilité.

Proposition 25.1 : Sensibilité de la valeur résiduelle du terrain

Sous l'équation (25.9), les élasticités de $\hat{V}_L$ aux trois intrants sont

$$\frac{\partial \hat{V}_L}{\partial R_L}\frac{R_L}{\hat{V}_L} = -\left(1 + \frac{C_B}{\hat{V}_L}\right), \qquad \frac{\partial \hat{V}_L}{\partial C_B}\frac{C_B}{\hat{V}_L} = -\frac{R_B C_B}{R_L \hat{V}_L}, \qquad \frac{\partial \hat{V}_L}{\partial RNE}\frac{RNE}{\hat{V}_L} = \frac{RNE}{R_L \hat{V}_L}. \tag{25.10}$$

Toutes dépassent l'unité en valeur absolue dès que $R_B C_B$ représente une part appréciable du revenu net : la technique amplifie l'erreur de chaque intrant.

Démonstration. En écrivant $R_B = R_L + 1/n$, l'équation (25.9) devient $\hat{V}_L = (RNE - C_B/n)/R_L - C_B$. La dérivée par rapport à R_L est $-(RNE - C_B/n)/R_L^2 = -(\hat{V}_L + C_B)/R_L$, d'où la première élasticité. La dérivée par rapport à C_B est $-1/(nR_L) - 1 = -R_B/R_L$, d'où la deuxième après multiplication par $C_B/\hat{V}_L$. La dérivée par rapport au revenu net est $1/R_L$, d'où la troisième.

Comme $RNE = R_L\hat{V}_L + R_B C_B > R_L\hat{V}_L$, la troisième élasticité excède un, et les deux premières excèdent un en valeur absolue dès que $C_B > 0$. □

25.3.5 Le lotissement actualisé

La **méthode du lotissement**, ou méthode du développement (*subdivision development method*), évalue un terrain brut par ce qu'un promoteur pourrait en tirer : le produit de la vente des lots finis, diminué de tous les coûts nécessaires pour les produire et les vendre, du profit que le promoteur exige et du coût du temps. Soit R_t le produit des ventes de lots de l'année t, C_t les coûts de viabilisation, d'honoraires, de taxes et de vente engagés cette année-là, E_t le profit du promoteur imputé aux ventes de l'année et r le taux d'actualisation qui reflète le risque du développement ; la valeur du site brut à la date d'évaluation est

$$\hat{V}_L = \sum_{t=0}^{T} \frac{R_t - C_t - E_t}{(1+r)^t}. \tag{25.11}$$

La version statique de la méthode, qui soustrait simplement les coûts et le profit du produit total sans actualiser, surestime le terrain d'autant plus que l'absorption est lente ; la section 25.8 chiffre l'écart. Chaque terme de l'équation (25.11) est une hypothèse : le prix des lots finis vient de la comparaison directe sur le marché des lots ; les coûts de rue, d'aqueduc, d'égout et d'éclairage viennent de soumissions ou de projets comparables ; la contribution pour fins de parcs est fixée par le règlement municipal dans la limite de la loi ; le rythme d'absorption vient des ventes observées dans les projets voisins ; le profit et le taux viennent des attentes des promoteurs. La méthode est la seule qui convienne à un terrain dont la valeur dépend de sa transformation, mais elle est aussi la plus fragile, parce qu'une dizaine d'hypothèses s'y combinent ; Byrne (1996) et Geltner et al. (2014) insistent sur la nécessité d'une analyse de sensibilité systématique, et l'on verra que le prix des lots et le rythme d'absorption dominent.

25.3.6 La capitalisation de la rente foncière

Lorsqu'un terrain est loué, par **bail foncier** ou par **emphytéose**, la rente qu'il procure est l'observation la plus directe du rendement du sol, et sa capitalisation donne la valeur du terrain. Pour une rente ρ constante et perpétuelle, $\hat{V}_L = \rho / R_L$; pour une rente qui croît au taux g à partir de ρ_1,

$$\hat{V}_L = \frac{\rho_1}{R_L - g}, \qquad R_L > g, \tag{25.12}$$

qui est la formule de Gordon appliquée au sol et le pendant, pour le terrain, de l'équation (25.9). Pour un bail de durée finie n au terme duquel le terrain revient au bailleur avec les constructions, on actualise les rentes puis la réversion :

$$\hat{V}_L = \sum_{t=1}^{n} \frac{\rho_1 (1+g)^{t-1}}{(1+R_L)^t} + \frac{V_{\text{rév}}}{(1+R_L)^n}, \tag{25.13}$$

où $V_{\text{rév}}$ est la valeur anticipée du bien à l'échéance, qui dépend des stipulations du contrat sur le sort des constructions. Le chapitre 2 a décrit l'emphytéose et le chapitre 6 le régime des droits démembrés ; on retiendra ici que la rente contractuelle n'est la rente de marché que si

le bail est récent ou révisé, et que la valeur ainsi obtenue est celle du droit du propriétaire du fonds, non celle du terrain libre. L'équation (25.12) rejoint la décomposition de Capozza et Helsley (1989) rappelée au chapitre 5 : le prix d'un terrain urbain capitalise la rente courante et la croissance anticipée de cette rente, de sorte qu'un terrain dont la rente est faible mais appelée à croître vaut bien plus que la capitalisation de sa rente courante. Dans une ville incertaine, Capozza et Helsley (1990) et Titman (1985) montrent qu'il faut y ajouter une valeur d'attente, l'option de différer le développement, que Quigg (1993) a estimée empiriquement à quelque 6 % du prix des terrains ; le chapitre 41 développe ce point.

25.4 Les ajustements propres aux terrains

La grille d'ajustements des terrains suit la structure de la grille des maisons, conditions de transaction en pourcentage puis caractéristiques en dollars, mais les caractéristiques diffèrent. Le tableau 25.3 les recense dans l'ordre d'application, avec le signe attendu et la façon d'estimer le prix implicite. Trois d'entre elles méritent un commentaire.

L'ajustement de *services* est le plus lourd en dollars et le plus facile à borner. Un terrain non desservi oblige l'acheteur à forer un puits et à installer un système de traitement des eaux usées, dont le coût dépend du sol et de la réglementation applicable ; la décote de marché devrait être voisine de ce coût, augmentée du délai et du risque, et c'est ce que l'on vérifie en comparant la décote estimée au coût des installations. Dans le jeu synthétique du chapitre, la décote est de l'ordre du quart du prix d'un terrain desservi, mais les terrains non desservis y sont aussi plus grands et périurbains : le non-desservi se vend dans d'autres secteurs, à d'autres acheteurs.

L'ajustement de *topographie* se raisonne de la même façon, par le coût des travaux qu'une pente marquée, un roc affleurant ou un remblai imposent au constructeur : excavation, dynamitage, murs de soutènement, fondations spéciales, drainage. Une pente peut aussi apporter une vue ou un sous-sol à aire ouverte que le marché paie ; le signe n'est pas toujours négatif.

L'ajustement de *zonage*, enfin, change la nature du bien plus qu'il ne le corrige : un terrain où trois logements sont permis ne se compare à un terrain unifamilial qu'après conversion en valeur par logement constructible, et un ajustement en pourcentage par logement supplémentaire, comme celui qu'estime l'exemple, n'est qu'une approximation valable pour de faibles différences de densité. Au-delà, on change d'unité et de comparables.

Lotissement et parcs ; zones inondables et zone agricole : ce qui borne la valeur d'un terrain

Quatre régimes, détaillés au chapitre 8 et au chapitre 43, bornent ce qu'un terrain permet et donc ce qu'il vaut. Le règlement de lotissement fixe la superficie et les dimensions minimales des lots par zone, selon qu'ils sont desservis ou non, et peut prohiber le lotissement dans les zones exposées aux inondations (Québec 1979a, art. 115 al. 2, par. 1°, 3° et 4°) ; le nombre de lots qu'un site peut produire en découle, et la méthode du lotissement en dépend. La municipalité peut exiger, comme condition du permis de lotissement ou de construction, une contribution pour fins de parcs sous forme de terrain, de servitude ou de somme, qui « ne doivent pas excéder 10 % de la superficie et de la valeur, respectivement, du site » (Québec 1979a, art. 117.1, 117.2 et 117.4

Tableau 25.3. Grille d'ajustements des terrains résidentiels : éléments, mesure, signe attendu et source du prix implicite

Élément	Mesure	Effet attendu sur le prix	Source de l'ajustement
Droits, financement, conditions de vente	Qualitatif	Exclusion ou ajustement en pourcentage (chapitre 17)	Vérification de la vente
Conditions du marché	Mois entre la vente et la date d'évaluation	Tendance des prix des terrains, qui peut différer de celle des maisons	Coefficient temporel du modèle ; indice de prix des terrains
Localisation	Secteur, rue, voisinage	Prime ou décote de secteur ; nuisances ; vue	Indicatrices de secteur ; ventes appariées
Superficie	m^2	Élasticité $\varepsilon_T < 1$: valeur unitaire décroissante	Coefficient de $\ln T$ (25.1)
Façade et profondeur	m ; rapport façade/profondeur	Faible à superficie donnée en banlieue ; important sur artère	Coefficient de $\ln F$; règles de profondeur vérifiées
Forme	Régulier / irrégulier (drapeau, triangle)	Décote : enveloppe constructible réduite, aménagement coûteux	Indicatrice ; ventes appariées
Services	Aqueduc et égout ; rue pavée ; électricité	Décote du non-desservi : coût du puits et de l'installation septique, délai	Indicatrice ; coût des installations
Topographie et sol	Plat, pente, roc, remblai, nappe	Décote : excavation, dynamitage, fondations spéciales	Indicatrice ; coût des travaux de préparation
Zonage et densité	Logements constructibles ; COS	Prime par logement supplémentaire ; unité par logement (25.3)	Coefficient par logement ; comparaison par logement
Contraintes	Zone inondable, servitudes, milieu humide, bande riveraine	Décote ou inconstructibilité ; vérification cartographique	Ventes appariées ; coût d'immunisation ; chapitre 43

Source : synthèse de l'auteur ; ordre d'application conforme aux conventions de calcul de l'ouvrage (annexe D).

al. 1) ; ces dispositions ont été modifiées en 2023 (Québec 2023a), et la Cour suprême a jugé en 2025 qu'une cession de terrains excédant ce que la municipalité pouvait exiger s'analyse comme une réserve ouvrant droit à une indemnité égale à la valeur marchande (Cour suprême du Canada 2025). L'exemple de lotissement de la section 25.8 cède exactement 10 % de la superficie du site. En matière d'inondations, le cadre en vigueur depuis le 1er mars 2026 classe l'exposition en quatre classes d'intensité et interdit toute nouvelle résidence dans le littoral, la rive et les classes très élevée, élevée et modérée, ne l'admettant sous conditions qu'en classe faible (Gouvernement du Québec 2026c ; Gouvernement du Québec 2026d) ; un terrain vacant situé dans l'une des classes prohibées n'a plus de valeur résidentielle, et l'évaluateur vérifie la carte en vigueur pour chaque terrain riverain avant toute comparaison. Enfin, en zone agricole, nul ne peut utiliser un lot à une fin autre que l'agriculture, ni le lotir, sans l'autorisation de la Commission de protection du territoire agricole (Québec 1978, art. 26, 28 et 29), sous réserve des droits acquis des articles 101 à 105 ; la valeur d'un lot agricole dont l'usage résidentiel est espéré est une espérance pondérée par la probabilité d'autorisation, que le chapitre 8 a formalisée. Les ventes de terrains de Gatineau peuvent être croisées avec les couches de zonage et de zones inondables que la Ville diffuse en données ouvertes (Ville de Gatineau 2025b).

25.5 Terrains intercalaires et densification

Un **terrain intercalaire** (*infill lot*) est un terrain vacant ou sous-utilisé enclavé dans un tissu urbain bâti et desservi : reliquat d'un lotissement ancien, lot libéré par une démolition, stationnement de surface, cour arrière subdivisible. Son évaluation réunit toutes les difficultés du chapitre : les ventes de terrains vacants manquent dans le quartier et celles de la périphérie ne sont pas substituables ; le zonage peut permettre une densité que les lots voisins n'atteignent pas, et c'est ce potentiel qui fait la valeur ; le terrain peut enfin porter un bâtiment en fin de vie dont la contribution est nulle, voire négative s'il faut démolir et décontaminer.

L'analyse procède alors par la plus haute et meilleure utilisation, que le chapitre 41 développe et dont on ne retient ici que la conséquence pour la valeur du terrain : celle-ci est le maximum des valeurs que les usages légalement permis, physiquement possibles et financièrement faisables lui confèrent. Pour un usage de densification à n logements, la valeur du terrain s'obtient par la technique résiduelle appliquée au projet, c'est-à-dire par la différence entre la valeur de l'immeuble achevé et la somme des coûts de construction, des coûts indirects, du profit du promoteur et, le cas échéant, de la démolition :

$$\hat{V}_L^{\text{dens}} = \frac{V_{\text{achevé}}(n) - C_N(n)\,(1+\tau_E) - C_{\text{démol}}}{(1+r)^T}, \tag{25.14}$$

où T est le délai jusqu'à la livraison et r le taux qui reflète le risque du projet. Le terrain intercalaire vaut la plus grande des trois valeurs que lui confèrent la densification, l'usage unifamilial et l'usage actuel de la propriété ; la différence entre la valeur de densification et la valeur unifamiliale mesure ce que le marché paie pour le droit de densifier. La littérature a montré que ce droit est une option : les travaux de Rosenthal et Helsley (1994) et de Munneke (1996) sur la décision de redéveloppement, ceux de Dye et McMillen (2007) et de

McMillen et O'Sullivan (2013) sur les démolitions-reconstructions résidentielles et ceux de Clapp et Salavei (2010), Clapp et al. (2012) et Munneke et Womack (2020) sur la prime d'option dans les prix des propriétés bâties établissent que la valeur d'un terrain susceptible de densification excède la valeur résiduelle de son meilleur projet immédiat, parce que le propriétaire peut attendre un meilleur moment. Pour l'évaluateur, la conséquence est double : les ventes de propriétés « à démolir » dans un quartier en densification sont des ventes de terrains, souvent les meilleurs comparables d'un terrain intercalaire une fois le coût de démolition ajouté au prix ; et la prime observée sur ces ventes par rapport à la valeur résiduelle du projet le plus probable mesure l'option que le marché attribue au site.

Dans le jeu synthétique du chapitre, le prix implicite d'un logement constructible supplémentaire est estimé à environ 15 % du prix d'un terrain unifamilial : un terrain où trois logements sont permis y vaut un tiers de plus que le même terrain limité à un seul. Ce chiffre est une hypothèse de génération, non une mesure d'un marché réel ; il illustre la logique de l'unité par logement constructible.

25.6 Exemple intégral : le terrain du sujet du cas 1

Données synthétiques

Le terrain du sujet du cas 1 (cottage de 1998, 165 m² habitables, terrain de 620 m², secteur Hull de Gatineau, évalué au 1er septembre 2026 ; `data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json`) est réputé vacant, desservi par l'aqueduc et l'égout, plat, de forme régulière, zoné pour une habitation unifamiliale, avec une façade posée à 20 m (hypothèse de l'exemple, le dossier du cas ne précisant pas la façade). Les ventes de terrains vacants utilisées, `data/synthetic/ch25_terrains_ventes.csv`, sont synthétiques : 200 ventes fictives de janvier 2023 à août 2026 dans les cinq secteurs de Gatineau (70 à Hull, 60 dans le secteur Gatineau, 40 à Aylmer, 15 à Buckingham et 15 à Masson-Angers, dont 156 desservies), générées par `analysis/python/cases/ch25_terrain.py` avec la graine 20261031 selon une loi déclarée dans `data/synthetic/README.md` : logarithme du prix égal à celui d'un terrain de référence de 560 m² à Hull (225 000 $ au 1er juillet 2024), plus 0,50 fois le logarithme du rapport des superficies, 0,08 fois celui des façades, une décote de 30 points de logarithme pour l'absence de services, de 6 pour une pente, de 12 pour le roc, de 5 pour une forme irrégulière, une prime de 12 points par logement constructible supplémentaire, la prime de secteur du cas 1 (logarithme du rapport des médianes APCIQ du troisième trimestre de 2026 à celle de Hull), une tendance de 0,36 % par mois et un bruit d'écart-type 0,10. Le prix de référence de 225 000 $ est une hypothèse pédagogique, choisie pour la cohérence interne avec l'extraction terrain–bâtiment du cas 1 ; aucune vente réelle de terrain à Gatineau n'a servi à la calibration. Le coût neuf du sujet, 397 567 $, est celui du chapitre 21 ; le revenu net du cas 3 provient de `traite.cas3`. Tous les chiffres de la section sont imprimés par `analysis/python/cases/ch25_terrain.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch25.py`.

Exemple 25.1 : Valeur du terrain de 620 m² du sujet par comparaison, allocation et extraction

L'estimation procède en quatre temps : lecture du marché synthétique des terrains et estimation d'un modèle hédonique qui fournit les prix implicites ; comparaison directe avec cinq ventes de terrains ; allocation et prix implicite marginal tirés du cas 1 ; extraction sur les cinq comparables bâtis du chapitre 16 sous deux conventions de dépréciation. Une synthèse retient ensuite une valeur.

Étape 1 : le marché des terrains et ses prix implicites. Les 156 terrains desservis se vendent à un prix médian de 233 000 $ pour une superficie médiane de 590 m², soit 380 $/m² ; les 44 terrains non desservis, beaucoup plus grands (médiane 2 479 m²), se vendent 300 500 $ en médiane, soit 136 $/m². À Hull, la médiane est de 237 750 $ pour 614 m² (384 $/m²) ; à Aylmer, de 284 500 $ pour 772 m² (379 $/m²) ; à Buckingham, de 260 000 $ pour 1 808 m² (126 $/m²). La figure 25.1 montre la décroissance de la valeur unitaire avec la superficie et l'écart entre terrains desservis et non desservis. Le modèle hédonique du tableau 25.4, estimé par moindres carrés avec erreurs-types robustes sur les 200 ventes, retrouve les lois de génération aux erreurs d'échantillonnage près : élasticité de superficie de 0,527, décote de 25,5 % pour l'absence de services, de 7,2 % pour une pente, de 10,8 % pour le roc et de 3,9 % pour une forme irrégulière, prime de 15,0 % par logement constructible supplémentaire, prime de 14,7 % pour Aylmer et décotes de 17,1 % et 20,6 % pour Buckingham et Masson-Angers, tendance de 0,28 % par mois. L'effet de la façade, 3,6 % par doublement, n'est pas significatif : à superficie donnée, les terrains de banlieue de ce marché se distinguent peu par leur façade, et l'ajustement correspondant sera petit. Le modèle explique 89,5 % de la variance des logarithmes de prix avec un écart-type résiduel de 0,089 ; appliqué directement au terrain du sujet, il prédit 253 412 $.

Étape 2 : comparaison directe. L'entonnoir de sélection, calqué sur celui du chapitre 16, conserve 101 ventes dans une fenêtre de vingt-quatre mois, 29 dans un rayon de quatre kilomètres autour du sujet, 21 terrains desservis et zonés pour un seul logement, puis 20 terrains de 372 à 868 m² (plus ou moins 40 % de la superficie du sujet) ; la fenêtre et le rayon sont plus larges que pour les maisons parce que les ventes de terrains sont quatre fois moins nombreuses. Le classement par distance d'attributs (superficie, façade, distance géographique, ancienneté de la vente) retient cinq terrains, tous à Hull, vendus entre avril et août 2026 à moins de 2,1 kilomètres du sujet (tableau 25.5 et figure 25.2). Leurs prix vont de 238 000 $ à 320 500 $, soit de 331 $/m² à 449 $/m², et leurs superficies de 575 à 743 m². Les ajustements, dérivés du modèle et appliqués en cascade (conditions du marché, localisation, superficie, façade, services, topographie, forme, densité), sont dominés par la superficie : les trois terrains plus grands que le sujet (T004, T038, T049) sont ajustés à la baisse de 17 904 $ à 27 259 $, le plus petit (T030) à la hausse de 10 384 $. L'ajustement de conditions du marché ne dépasse pas 3 507 $ pour la vente la plus ancienne ; celui de localisation est nul, tous les comparables étant du secteur du sujet ; celui de forme, pour le seul terrain irrégulier (T049), vaut 9 046 $. Les prix ajustés s'étagent de 232 086 $ à 294 813 $, avec une moyenne de 265 278 $ et une médiane de 265 383 $. Pondérés par l'inverse de l'ajustement brut, qui donne 40 % du poids au comparable T059, presque identique au sujet, l'indication est de

$$\hat{V}_L^{\text{comp}} = 267\,388\,\$, \qquad \text{soit } 431\,\$/\text{m}^2, \tag{25.15}$$

avec un écart-type pondéré des prix ajustés de 16 085 $ et une étendue de 23,5 % de l'indication. L'indication est proche de la prédiction hédonique directe (253 412 $) : l'écart de 5,5 % tient au bruit des cinq ventes retenues, dont les résidus sont en moyenne positifs, et il donne une idée de l'incertitude attachée à une comparaison sur cinq terrains.

Étape 3 : allocation et prix implicite marginal. La part du terrain dans les 186 ventes de maisons du secteur Hull du cas 1, obtenue par extraction avec la dépréciation implicite du marché (étape 4), a une médiane de 48,2 % et un intervalle interquartile de 42,4 à 54,3 % ; la valeur médiane du terrain ainsi extraite est de 243 421 $. Appliqué à la valeur de la maison du sujet indiquée par la grille d'ajustements du chapitre 17, 581 595 $ en moyenne des cinq prix ajustés, le ratio médian donne 280 412 $; appliqué à la prédiction hédonique du chapitre 18, 637 953 $, il donne 307 584 $. L'écart entre ces deux montants, 27 000 $, n'a rien à voir avec le terrain : il reproduit l'écart entre deux indications de la valeur de la maison, et c'est le chapitre 20 qui le tranchera. Le prix implicite marginal du terrain dans le modèle hédonique des maisons, par l'équation (25.6), vaut $0{,}0937 \times 637\,953\,\$/620\,\text{m}^2 = 96\,\$/\text{m}^2$, et la contribution marginale $\beta_{\ln T} P = 59\,750\,\$$: moins du quart de la valeur du terrain. Le dernier mètre carré de cour vaut 96 $/m² ; le terrain entier vaut plus de 400 $/m², parce que ses premiers mètres carrés portent la maison.

Étape 4 : extraction sur les cinq comparables bâtis. Le tableau 25.6 applique l'équation (25.7) aux cinq comparables du chapitre 16. Le coût neuf de chacun est transposé depuis celui du sujet par l'élasticité de taille du chapitre 21, $C_{N,j} = 397\,567\,\$ \times (S_j/165)^{0{,}90}$, et corrigé de 10 % par classe de qualité, hypothèse déclarée ; il va de 340 196 $ pour G0575 (156 m², qualité 2) à 489 469 $ pour G0468 (187 m², qualité 4). Deux conventions de dépréciation sont comparées. La première est une règle âge-vie linéaire sur soixante ans : la dépréciation va de 21,7 % (13 ans) à 50 % (30 ans), et les valeurs de terrain extraites, de 247 013 $ à 398 517 $, soit de 498 $/m² à 742 $/m², sont élevées et dispersées. La seconde est la dépréciation implicite du marché lui-même : le profil d'âge du modèle hédonique du cas 1 (coefficients de l'âge et de son carré) donne le rapport entre le prix observé et le prix qu'aurait la même maison neuve, de sorte que $P_{\text{neuf},j} = P_j / \exp(\beta_a a_j + \beta_{a^2} a_j^2 / 100)$, et la perte de valeur $P_{\text{neuf},j} - P_j$, imputée en entier au bâtiment puisque le sol ne vieillit pas, est la dépréciation. L'équation (25.7) se réduit alors à $\hat{V}_{L,j} = P_{\text{neuf},j} - C_{N,j}$: ce que vaudrait la maison neuve, moins ce qu'elle coûte à construire. Les taux de dépréciation implicites vont de 9,6 % (13 ans) à 20,7 % (30 ans), soit 0,7 à 0,8 % par année, dans l'ordre de grandeur que la littérature trouve pour le logement entretenu (Malpezzi et al. 1987 ; Harding et al. 2007), et les valeurs de terrain extraites, de 174 883 $ à 281 458 $ (325 $/m² à 619 $/m²), sont plus basses et plus cohérentes avec le marché des terrains. Transposées au terrain de 620 m² du sujet avec l'élasticité de superficie de 0,50 du marché des terrains, elles ont une médiane de 242 545 $; sous la règle âge-vie, la médiane transposée est de 354 826 $, supérieure de 46 %. L'écart entre les deux conventions, 112 000 $ sur le terrain, est exactement l'écart de dépréciation imputé au bâtiment : c'est le levier de la section 25.1, et il dit pourquoi une extraction n'a de sens qu'avec une dépréciation cohérente avec les prix dont elle part. Pour le sujet lui-même, le profil d'âge donne un facteur de 0,885 à 28 ans, soit une dépréciation implicite de 20,8 % du coût neuf, repère que le chapitre 24 confrontera à

ses propres mesures.

Synthèse et rapprochement avec le chapitre 24. Le tableau 25.7 rassemble les indications. La comparaison directe (267 388 $), l'extraction avec dépréciation de marché (242 545 $) et l'allocation sur la grille du chapitre 17 (280 412 $) encadrent une fourchette de 240 000 $ à 285 000 $; l'allocation sur la prédiction hédonique (307 584 $) et l'extraction âge-vie sur les cinq comparables (354 826 $) s'en écartent pour des raisons identifiées, la première parce qu'elle hérite de l'écart entre deux indications de la maison, la seconde parce que sa dépréciation est incompatible avec les prix de maisons de 23 à 30 ans. Le chapitre 24, de son côté, a extrait la valeur du terrain d'une autre façon : sur les treize ventes récentes (bâtiments de dix ans ou moins) du secteur Hull, prix ramenés à la date d'évaluation par la tendance hédonique et coût neuf transposé du sujet, avec une dépréciation âge-vie sur soixante ans, il obtient une médiane de 276 954 $, arrondie à 277 000 $, et une part du terrain de 50,5 % dans le prix de ces maisons récentes. Les deux extractions ne se contredisent pas : sur des bâtiments de moins de dix ans, la dépréciation âge-vie ne dépasse pas 17 % et la convention importe peu, de sorte que l'extraction est fiable ; sur les maisons de 23 à 30 ans des cinq comparables, la même règle impute au bâtiment une dépréciation de 38 à 50 % que les prix démentent, et l'extraction s'effondre ou s'envole selon la convention. C'est la leçon de la section 25.3 : l'extraction se fait sur des bâtiments récents. La valeur du chapitre 24 se situe à 3,5 % au-dessus de la comparaison directe, soit 0,6 écart-type pondéré des prix ajustés (16 085 $), à 1,2 % sous l'allocation sur la grille et à 8,5 % au-dessus de la prédiction hédonique du marché des terrains ; elle est la médiane des trois indications concordantes (comparaison, extraction récente, allocation). Le présent chapitre la confirme donc et retient pour le terrain du sujet

$$V_L = 277\,000\,\$ \quad (447\,\$/\mathrm{m}^2), \tag{25.16}$$

avec une fourchette raisonnable de 240 000 $ à 285 000 $. Elle représente 47,6 % de l'indication par la grille du chapitre 17 et 43,4 % de la prédiction hédonique, parts conformes à la distribution du secteur (médiane 48,2 %, interquartile 42,4 à 54,3 %). Si l'on avait retenu la seule comparaison directe, arrondie à 265 000 $, l'indication par le coût du chapitre 24 aurait reculé de 12 000 $, de 580 000 $ à 568 000 $, écart de 2 % sans conséquence sur la réconciliation du chapitre 20 mais qu'il valait mieux trancher ici : une seule valeur de terrain circule désormais dans l'ouvrage, celle que le chapitre 45 reprendra.

25.7 La technique résiduelle sur le cas 3

L'immeuble de douze logements du cas 3, construit en 1962 sur un terrain de 740 m² à Rosemont, a été évalué par le revenu au chapitre 29 et au chapitre 30 ; le chapitre 47 y écarte la méthode du coût parce que la dépréciation d'un bâtiment de 1962 ne se mesure pas avec fiabilité. La technique résiduelle du terrain souffre de la même limite, et c'est pourquoi elle est illustrée ici : l'exercice montre ce qu'elle exige, ce qu'elle produit et pourquoi elle ne sert que de recoupement pour un immeuble ancien. La figure 25.3 schématise le calcul et le tableau 25.8 en donne les chiffres.

Tableau 25.4. Modèle hédonique des terrains vacants (données synthétiques, $n = 200$) : coefficients, erreurs-types robustes (HC1) et effets en pourcentage

Variable	Coefficient	Erreur-type	Effet (%)	Lecture
Constante	12,309 2	0,016 7	—	terrain de référence à Hull, juillet 2024
$\ln(T/560)$	0,526 7	0,030 0	—	élasticité de superficie
$\ln(F/18)$	0,035 6	0,046 8	3,6	façade (non significatif)
Non desservi	−0,293 9	0,028 2	−25,5	ni aqueduc ni égout
Pente	−0,074 3	0,016 4	−7,2	topographie
Roc ou remblai	−0,114 7	0,024 1	−10,8	topographie
Forme irrégulière	−0,039 8	0,017 8	−3,9	forme
Logement constructible supplémentaire	0,140 0	0,012 7	15,0	par logement au-delà du premier
Secteur Gatineau	−0,006 0	0,015 0	−0,6	référence : Hull
Secteur Aylmer	0,137 0	0,017 5	14,7	
Secteur Buckingham	−0,187 0	0,035 5	−17,1	
Secteur Masson-Angers	−0,230 3	0,029 2	−20,6	
Mois depuis juillet 2024	0,002 8	0,000 5	0,3	tendance mensuelle

$R^2 = 0{,}895$; écart-type résiduel 0,089 ; facteur de Duan 1,004 ; effets en pourcentage : $100\,[\exp(\hat{\beta}) - 1]$ (Halvorsen et Palmquist 1980).

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch25_terrain.py`, fonction `hedonique_terrains` ; MCO de `traite.hedonique.mco`.

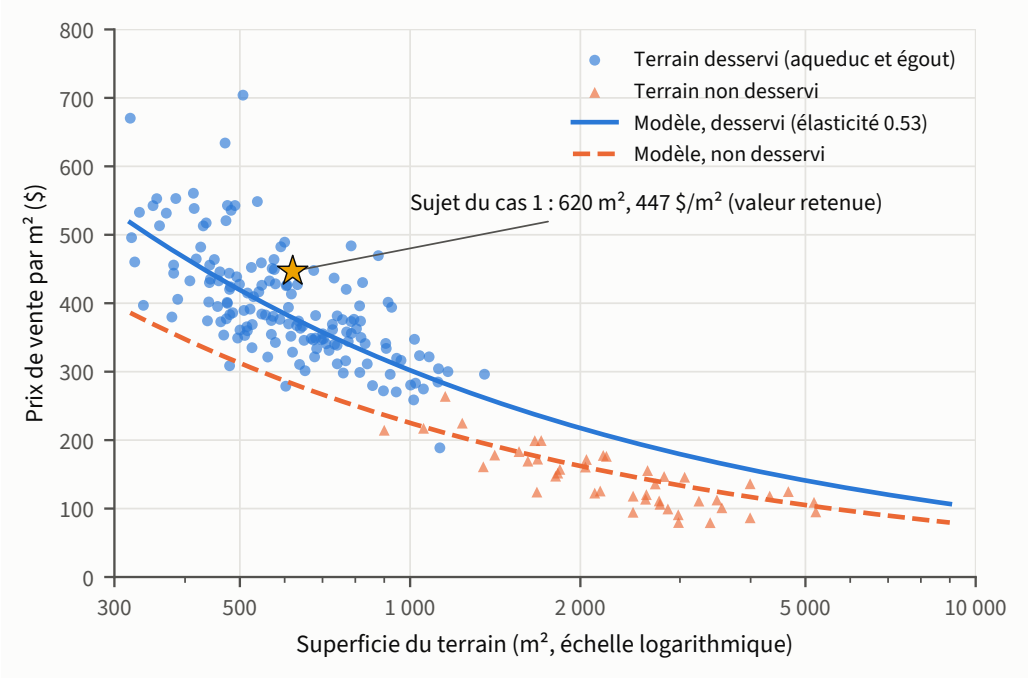


FIGURE 25.1. Prix par mètre carré des 200 ventes synthétiques de terrains selon la superficie (échelle logarithmique), pour les terrains desservis et non desservis, avec les courbes du modèle hédonique pour un terrain plat, régulier, unifamilial, à Hull, en juillet 2024. La valeur unitaire décroît comme $T^{\varepsilon_T - 1}$ avec $\varepsilon_T = 0{,}53$; l'étoile situe le terrain du sujet à la valeur retenue de 447 $/m^2.

Source: [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch25_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 25.5. Les cinq terrains comparables retenus pour le sujet du cas 1 et leur grille d'ajustements (dollars ; données synthétiques)

	Sujet	T059	T004	T030	T038	T049
Date de vente	—	2026-04-06	2026-06-03	2026-08-13	2026-08-16	2026-07-28
Ancienneté (mois)	0	4,9	3,0	0,6	0,5	1,1
Distance au sujet (km)	0	0,59	0,82	1,56	1,94	2,05
Superficie (m^2)	620	604	743	575	734	719
Façade (m)	20,0	17,5	19,8	12,1	18,0	15,2
Topographie ; forme	plat ; rég.	plat ; rég.	plat ; rég.	plat ; rég.	plat ; rég.	plat ; irrég.
Distance d'attributs d_j	—	1,06	1,93	1,99	2,29	2,35
Prix de vente ($)	—	257 000	283 500	258 500	320 500	238 000
Prix par m^2 ($)	—	426	382	449	437	331
Conditions du marché		+3 507	+2 346	+450	+470	+764
Localisation		0	0	0	0	0
Superficie		+3 635	−26 006	+10 384	−27 259	−17 904
Façade		+1 241	+102	+4 831	+1 102	+2 181
Services ; topographie ; densité		0	0	0	0	0
Forme		0	0	0	0	+9 046
Prix ajusté ($)	—	265 383	259 943	274 166	294 813	232 086
Ajustement brut ; net (%)	—	3,3 ; +3,3	10,0 ; −8,3	6,1 ; +6,1	9,0 ; −8,0	12,6 ; −2,5
Pondération (inverse du brut)	—	0,402	0,131	0,217	0,146	0,104

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch25_terrain.py`, fonctions `selection_terrains`, `grille_terrains` et `reconcilier` ; indication pondérée 267 388 $.

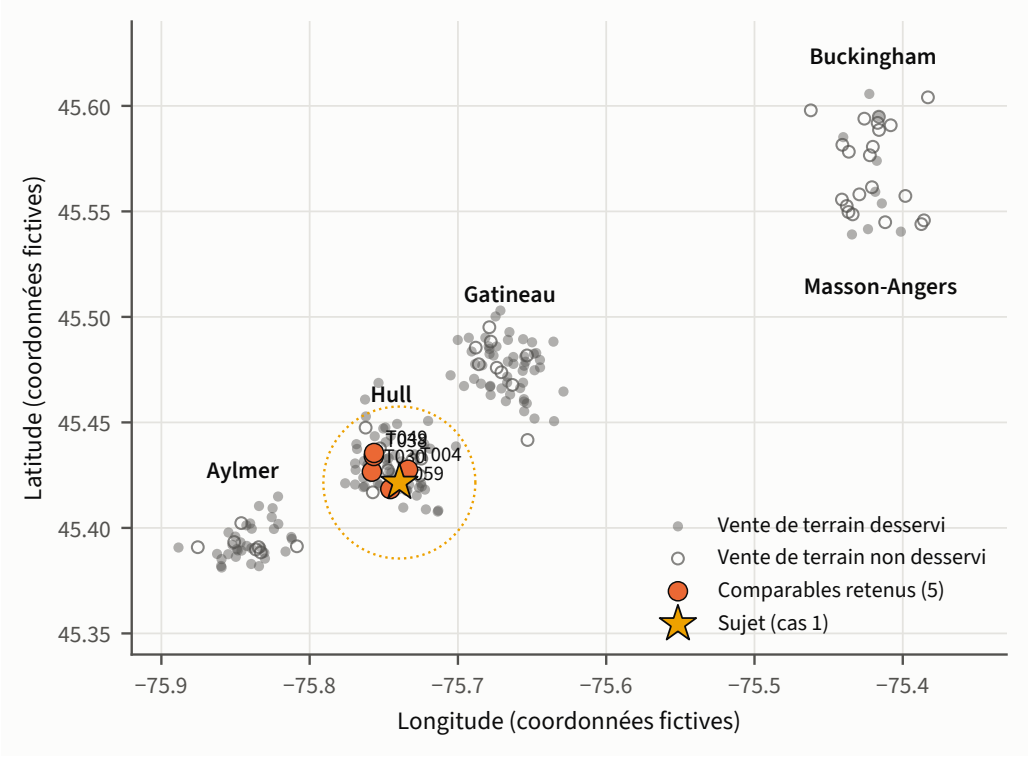


FIGURE 25.2. Carte synthétique des 200 ventes de terrains vacants (points pleins : desservis ; cercles : non desservis), du sujet du cas 1 (étoile) et des cinq terrains comparables retenus, avec le rayon de recherche de quatre kilomètres. Les coordonnées sont fictives ; les terrains non desservis se concentrent dans les secteurs périurbains de Buckingham et de Masson-Angers.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch25_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 25.6. Extraction de la valeur du terrain sur les cinq comparables bâtis du chapitre 16, sous deux conventions de dépréciation (dollars ; données synthétiques)

	G0574	G0404	G0468	G0477	G0575
Prix de vente ($)	598 000	506 500	624 500	538 000	513 500
Superficie habitable (m²) ; qualité	149 ; 4	160 ; 3	187 ; 4	146 ; 4	156 ; 2
Terrain (m²) ; âge (ans)	592 ; 30	538 ; 23	586 ; 27	452 ; 24	333 ; 13
Coût neuf transposé $C_{N,j}$ ($)	398 966	386 708	489 469	391 729	340 196
Convention âge-vie linéaire, vie économique de 60 ans					
Dépréciation δ_j (%)	50,0	38,3	45,0	40,0	21,7
Terrain extrait ($)	398 517	268 030	355 292	302 963	247 013
Terrain extrait ($/m²)	673	498	606	670	742
Transposé à 620 m² ($)	407 833	287 732	365 454	354 826	337 049
Convention de marché : profil d'âge du modèle hédonique du cas 1					
Prix de la maison neuve $P_{\text{neuf},j}$ ($)	680 424	561 591	702 963	598 821	546 232
Dépréciation implicite δ_j (%)	20,7	14,2	16,0	15,5	9,6
Terrain extrait $P_{\text{neuf},j} - C_{N,j}$ ($)	281 458	174 883	213 494	207 093	206 035
Terrain extrait ($/m²)	475	325	364	458	619
Part du terrain dans le prix (%)	47,1	34,5	34,2	38,5	40,1
Transposé à 620 m² ($)	288 037	187 738	219 600	242 545	281 135

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch25_terrain.py`, fonction `extraction_cas1` ; coût neuf du sujet : `ch21_cout_neuf.py` ; profil d'âge : `traite.cas1.hedonique` ; transposition à 620 m² par $(620/T_j)^{0{,}50}$. Médianes transposées : 354 826 $ (âge-vie) et 242 545 $ (marché).

Tableau 25.7. Synthèse des indications de valeur du terrain du sujet du cas 1 (620 m², Hull, 1er septembre 2026)

Méthode	Indication ($)	$/m²	Appréciation
Comparaison directe, cinq terrains, pondération inverse du brut	267 388	431	privilégiée ; étendue 23,5 %
Prédiction hédonique directe (200 terrains)	253 412	409	recoupement de la comparaison
Extraction, dépréciation de marché (médiane des cinq)	242 545	391	cohérente avec les prix ; levier élevé
Extraction du ch. 24, 13 ventes récentes de Hull (âge-vie 60 ans)	277 000	447	fiable sur bâtiments récents ; part médiane 50,5 %
Allocation, ratio 48,2 % sur la grille du ch. 17	280 412	452	grossière ; hérite de l'indication de la maison
Allocation, ratio 48,2 % sur la prédiction hédonique	307 584	496	idem ; écart maison non résolu (ch. 20)
Extraction, âge-vie 60 ans (médiane des cinq)	354 826	572	dépréciation incompatible avec les prix
Valeur retenue (confirme le ch. 24)	277 000	447	fourchette 240 000 $ – 285 000 $

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch25_terrain.py`, fonction `synthese`.

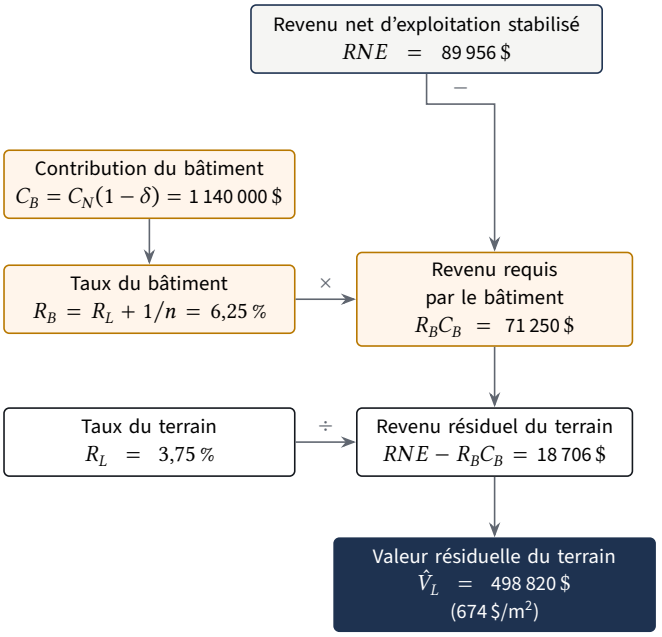


FIGURE 25.3. Schéma de la technique résiduelle du terrain appliquée au cas 3 : le revenu net stabilisé est amputé du revenu nécessaire pour rémunérer et récupérer le capital investi dans le bâtiment, et le reste est capitalisé au taux du terrain. Chaque case est une hypothèse déclarée ; la figure 25.4 montre ce qu'il advient quand elles varient.

Source : schéma de l'auteur (TikZ, `manuscript/chapters/ch25.tex`) ; chiffres de `analysis/python/cases/ch25_terrain.py`.

Le revenu net stabilisé de 89 956 $ est celui de `traite.cas3`, établi au chapitre 28 avec la réserve de remplacement incluse ; le taux global médian extrait des quarante ventes du dossier est de 4,415 % et la valeur par capitalisation directe de 2 037 503 $ (chapitre 29). Le bâtiment appelle trois hypothèses, toutes déclarées et aucune tirée d'une source publique : un coût neuf de remplacement de 2 500 $/m² sur une superficie brute de 950 m² (la superficie locative de 825 m² majorée de 15 % pour les aires communes), soit $C_N = 2\,375\,000$ $, dans l'ordre de grandeur du coût unitaire du cas 1, aucune fourchette publique de coût du multilogement n'ayant été trouvée ; une dépréciation totale de 52 % pour un bâtiment de 64 ans partiellement rénové, soit $C_B = 1\,140\,000$ $; et une durée de vie économique restante de 40 ans, d'où une récupération linéaire de 2,5 % par année. Le taux du terrain est posé à 3,75 %, soit la différence entre le taux d'actualisation du cas 3 (7,25 %) et la croissance des loyers de marché retenue dans ses hypothèses (3,5 %), ce qui en fait le taux « sans récupération » cohérent avec le dossier ; le taux du bâtiment vaut alors $R_B = 3{,}75 + 2{,}5 = 6{,}25$ %.

Le revenu requis par le bâtiment, $R_B C_B = 71\,250$ $, absorbe 79 % du revenu net ; le revenu résiduel du terrain, 18 706 $, capitalisé à 3,75 %, donne une valeur résiduelle de 498 820 $, soit 674 $/m² et 30,4 % de la somme terrain plus bâtiment. Cette somme, 1 638 820 $, est inférieure de 19,6 % à la valeur par capitalisation directe, et l'écart est instructif : le taux global de 4,415 % extrait du marché montréalais incorpore des anticipations de croissance des loyers et une prime d'option de redéveloppement que la récupération linéaire du bâtiment ignore. Si l'on impose la cohérence avec la capitalisation directe, c'est-à-dire $V_L + C_B = 2\,037\,503$ $, le taux du terrain implicite tombe à 2,08 %, valeur qu'aucun investisseur n'accepterait comme rendement courant mais qui s'interprète comme $r - g$ avec une croissance attendue de la rente foncière plus forte que celle des loyers ; et l'extraction sur la valeur capitalisée, $2\,037\,503$ $ $- 1\,140\,000$ $ $= 897\,503$ $, donne un terrain de 1 213 $/m², près du double du résultat résiduel. Entre 499 000 $ et 898 000 $, l'écart tient tout entier aux hypothèses sur le bâtiment et sur les taux, non au terrain.

Tableau 25.8. Technique résiduelle du terrain sur le cas 3 : cas de base et sensibilité à la dépréciation du bâtiment, à sa durée de vie restante et au taux du terrain (valeur du terrain en milliers de dollars)

Dépréciation ; C_B ($)	n (ans)	R_L 3,25 %	3,50 %	3,75 %	4,00 %	4,25 %
44 % ; 1 330 000	30	74	−27	−113	−189	−257
	40	415	290	182	88	4 253
	50	619	480	359	254	161
52 % ; 1 140 000	30	459	344	245	159	82
	40	751	616	**499**	396	306
	50	926	779	651	539	440
60 % ; 950 000	30	844	715	604	507	422
	40	1 087	942	815	705	608
	50	1 233	1 077	942	824	720

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch25_terrain.py`, fonction `sensibilite_residuelle` ; RNE de `traite.cas3` ; $R_B = R_L + 1/n$; montants arrondis au millier ; le cas de base est en gras.

Le tableau 25.8 et la figure 25.4 donnent la mesure de la proposition 25.1. Un déplacement du taux du terrain de 3,75 à 4,25 %, cinquante points de base, retranche 38,6 % à la valeur

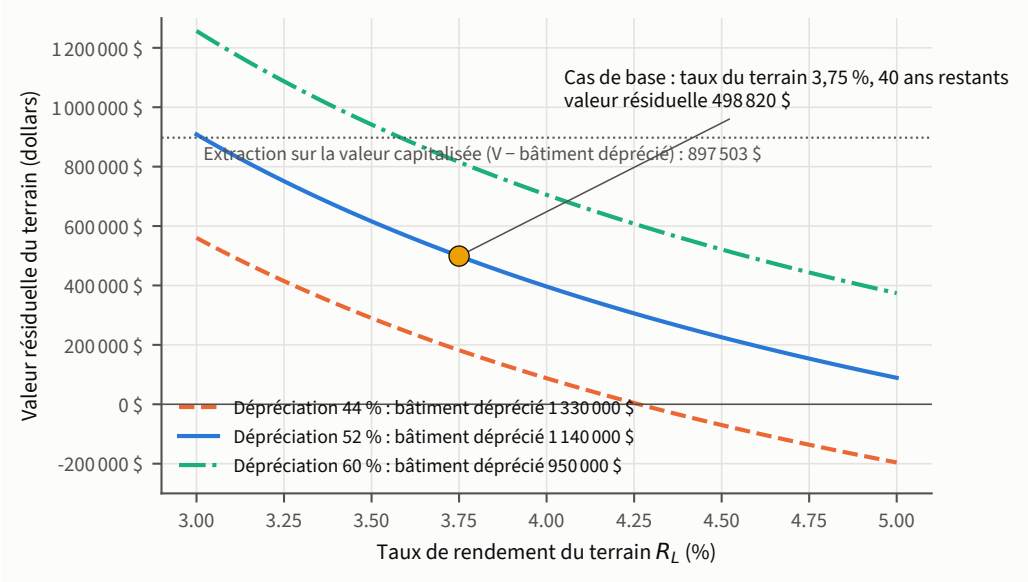


Figure 25.4. Valeur résiduelle du terrain du cas 3 selon le taux du terrain R_L, pour trois niveaux de dépréciation du bâtiment (44, 52 et 60 %, soit un bâtiment déprécié de 1 330 000 $, 1 140 000 $ et 950 000 $) et une récupération linéaire sur 40 ans. Le point marque le cas de base ; la ligne pointillée, l'extraction sur la valeur capitalisée. La valeur devient négative lorsque le revenu requis par le bâtiment dépasse le revenu net.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch25_figures.py`, graine 20261031.

résiduelle ; huit points de dépréciation en plus ou en moins (44 ou 60 %) la font passer de 182 153 $ à 815 487 $; dix années de vie restante en moins (30 ans au lieu de 40) la divisent par deux. Avec un bâtiment peu déprécié, une vie restante courte et un taux du terrain élevé, la valeur devient négative, ce qui signifie seulement que le revenu net ne suffit pas à rémunérer le bâtiment aux conditions posées, donc que ces conditions sont incompatibles avec le prix du marché. La leçon rejoint celle du chapitre 47 : pour un immeuble ancien, la technique résiduelle ne détermine pas la valeur du terrain ; elle teste la cohérence d'un jeu d'hypothèses sur le bâtiment et les taux, et elle n'est probante que pour un bâtiment neuf représentant la plus haute et meilleure utilisation, où $C_B = C_N$ est connu et où n est la vie économique entière.

25.8 Le lotissement actualisé : un site de un hectare

L'exemple suivant est entièrement fictif et ses hypothèses sont des choix de l'auteur, énoncés pour illustrer la mécanique de l'équation (25.11). Un site brut de 10 000 m² dans le secteur Hull, zoné pour l'habitation unifamiliale, est lotissable en douze lots de 625 m² desservis, après cession de 1 500 m² pour la rue et de 1 000 m², soit 10 % du site, à la municipalité pour fins de parcs, plafond de l'article 117.4 de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme. Le prix d'un lot fini de 625 m² à façade de 20 m, plat et régulier, à Hull, au 1er septembre 2026, est prédit par le modèle hédonique des terrains : 254 486 $, soit un produit brut de 3 053 830 $ pour les douze lots. Les coûts de viabilisation (rue, aqueduc, égout, éclairage, bordures) sont posés à 65 000 $ par lot, soit 780 000 $, décaissés à la fin de la première année ; les honoraires

d'arpentage, de génie et d'urbanisme et les permis, à 90 000 $ à la date d'évaluation ; les taxes foncières, à 12 000 $ par année au prorata des lots invendus ; les frais de vente, à 4 % du produit ; et le profit du promoteur, à 15 % du produit, imputé aux ventes de chaque année. L'absorption est de quatre lots par année sur trois ans, les ventes étant réputées encaissées en fin d'année, et le taux d'actualisation de 10 % reflète le risque d'un développement de courte durée à faible préventes, supérieur au taux de 7,25 % retenu pour les flux d'un immeuble loué au chapitre 30.

Tableau 25.9. Flux du lotissement d'un site fictif de 10 000 m² en douze lots (dollars ; hypothèses déclarées dans le texte)

Poste	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Total
Lots vendus (nombre)	0	4	4	4	12
Produit des ventes	0	1 017 943	1 017 943	1 017 943	3 053 830
Viabilisation (65 000 $ par lot)	0	−780 000	0	0	−780 000
Honoraires et permis	−90 000	0	0	0	−90 000
Taxes foncières (prorata des lots invendus)	0	−12 000	−8 000	−4 000	−24 000
Frais de vente (4 %)	0	−40 718	−40 718	−40 718	−122 153
Profit du promoteur (15 %)	0	−152 692	−152 692	−152 692	−458 075
Flux net	−90 000	32 534	816 534	820 534	1 579 602
Facteur d'actualisation (10 %)	1,000 0	0,909 1	0,826 4	0,751 3	—
Flux actualisé	−90 000	29 576	674 822	616 480	1 230 878

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch25_terrain.py`, fonction `lotissement` ; prix du lot : modèle hédonique des terrains ; actualisation : `traite.finance.van`.

Le tableau 25.9 déroule le calcul. La valeur actualisée des flux nets est de 1 230 878 $, soit 123 $/m² de site brut et 40,3 % du produit brut des lots ; la version statique, qui additionne les flux sans les actualiser, donne 1 579 602 $, soit 158 $/m², et surestime le terrain de 28 % parce qu'elle ignore que les deux tiers du produit n'arrivent qu'après deux et trois ans. Le ratio de 40 % entre le terrain brut et le produit des lots finis est un repère utile : un hectare brut vaut ici un peu moins de cinq lots finis.

La figure 25.5 montre ce qui pèse. Une variation de 10 % du prix des lots déplace la valeur du site de 16,7 % (1 025 828 $ à 1 435 927 $) : c'est l'effet de levier de l'équation (25.11), le terrain brut n'étant que 40 % du produit. Une absorption de deux lots par année au lieu de quatre, qui porte le développement à six ans, ramène la valeur à 963 545 $ (moins 21,7 %), tandis qu'une absorption de six lots par année la porte à 1 331 556 $; le rythme d'absorption est une hypothèse de marché, à documenter par les ventes des projets voisins, non un paramètre technique. Le coût de viabilisation (50 000 $ à 80 000 $ par lot) et le profit (10 à 20 %) ont des effets symétriques d'environ 130 000 $ à 165 000 $; le taux d'actualisation (8 à 15 %) a l'effet le moins marqué, parce que l'horizon est court. L'ordre des sensibilités s'inverserait pour un grand lotissement étalé sur dix ans, où le taux et l'absorption domineraient. Enfin, la cession de 1 000 m² pour fins de parcs a un coût d'opportunité que l'on peut chiffrer : ces mille mètres carrés auraient formé 1,6 lot de plus, dont le produit net de frais et de profit, encaissé la troisième année, vaut aujourd'hui quelque 248 000 $; c'est le prix du parc pour le promoteur, et une municipalité qui exigerait la contribution en argent plutôt qu'en terrain obtiendrait, au plafond de 10 % de la valeur du site, environ 123 000 $, soit la moitié. La forme

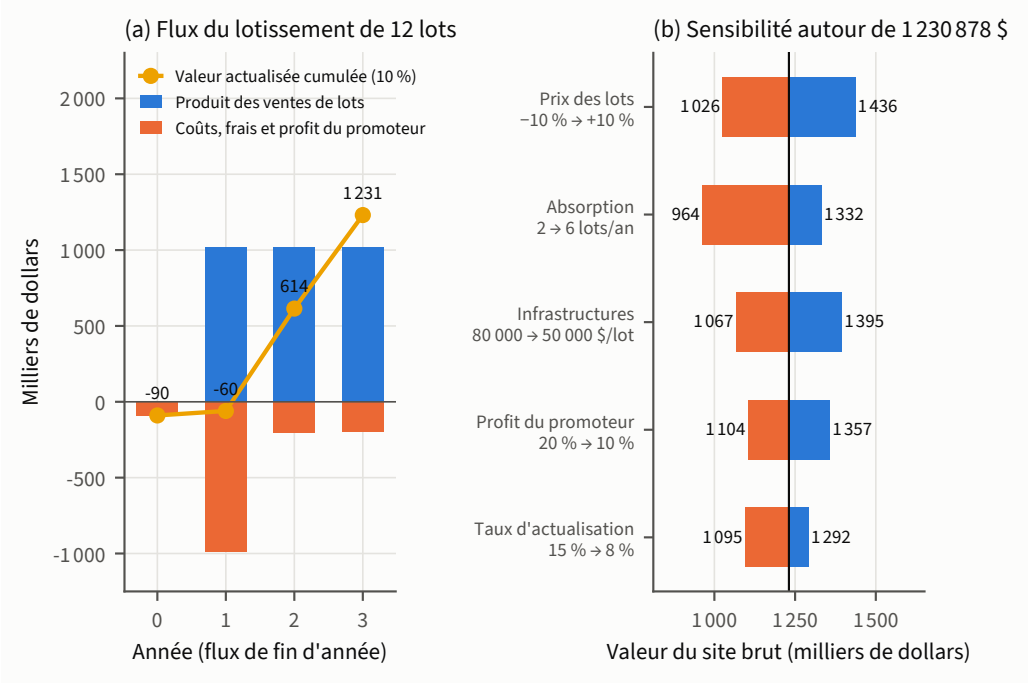


FIGURE 25.5. Lotissement du site fictif de 10 000 m² : (a) produit des ventes, coûts et profit par année, et valeur actualisée cumulée à 10 % ; (b) tornade de la valeur du site brut lorsque chaque hypothèse varie seule autour du cas de base de 1 230 878 $. Le prix des lots et le rythme d'absorption dominent ; le taux d'actualisation pèse le moins sur un horizon de trois ans.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch25_figures.py`, graine 20261031.

de la contribution n'est donc pas neutre, et le règlement municipal doit être lu avant de poser l'hypothèse.

25.9 Sensibilité : ce qui pèse le plus

Les trois exemples du chapitre mesurent le même phénomène : la valeur du terrain obtenue par différence amplifie l'erreur commise sur ce que l'on soustrait. Dans l'extraction du cas 1, le passage d'une dépréciation de marché (15 à 21 % pour des maisons de 23 à 30 ans) à une règle âge-vie sur soixante ans (38 à 50 %) relève la valeur du terrain du sujet de 242 545 $ à 354 826 $, soit 46 %, sans qu'un dollar du prix des maisons ait changé ; dix points de dépréciation valent 40 000 $ de terrain. Dans la technique résiduelle du cas 3, cinquante points de base sur le taux du terrain valent 38,6 % de la valeur résiduelle. Dans le lotissement, 10 % sur le prix des lots valent 16,7 % sur le site brut. La comparaison directe échappe seule à ce levier, et c'est la raison de sa primauté : son incertitude (étendue de 23,5 % des prix ajustés, écart de 5,5 % avec la prédiction hédonique) est celle d'un échantillon bruité, non celle d'une différence entre deux grandeurs mal connues. Lorsque les ventes de terrains manquent, la conclusion prend la forme d'une fourchette dont la largeur est dictée par l'incertitude sur le terme soustrait, et le rapport expose ce terme avec autant de soin que la valeur du terrain elle-même.

Erreurs fréquentes

- *Multiplier la superficie par un prix au mètre carré sans borner la taille.* La valeur unitaire décroît avec la superficie ; appliquer le prix unitaire de petits terrains à un grand terrain le surestime, et l'inverse le sous-estime. L'élasticité de superficie doit être estimée ou, à défaut, les comparables choisis de taille voisine.
- *Prendre le prix implicite marginal d'un modèle hédonique pour la valeur du terrain.* Le coefficient de la superficie du terrain dans un modèle de prix de maisons mesure le dernier mètre carré de cour (96 $/m² pour le sujet du cas 1), non le terrain (447 $/m²).
- *Extraire le terrain avec une dépréciation incohérente avec les prix.* Une règle âge-vie posée a priori sur des maisons anciennes transfère au terrain tout ce qu'elle exagère sur le bâtiment ; la dépréciation doit venir du marché dont on part (chapitre 24).
- *Compter deux fois les services.* Un terrain évalué par comparaison avec des terrains viabilisés inclut les raccordements ; ils ne doivent pas réapparaître dans le coût neuf du bâtiment (chapitre 21).
- *Appliquer la technique résiduelle à un bâtiment ancien et en présenter le résultat comme une valeur.* Elle teste la cohérence des hypothèses ; elle ne les remplace pas. Une valeur négative signale des hypothèses incompatibles, non un terrain sans valeur.
- *Lotir sans actualiser.* La version statique surestime le terrain de 28 % dans l'exemple, davantage si l'absorption est lente.
- *Ignorer les contraintes du site.* Un terrain en zone inondable de classe élevée, en zone agricole sans autorisation ou grevé d'une servitude n'est pas comparable à un terrain libre, quelle que soit sa superficie.
- *Lire la valeur du terrain au rôle comme une valeur marchande à la date d'évaluation.* Elle est établie à la date de référence du rôle et selon les conventions du Manuel ; elle

informe sur la part du terrain dans un secteur, non sur un terrain donné aujourd'hui.

Limites et mises en garde

- Les 200 ventes de terrains du chapitre sont synthétiques et leur prix de référence (225 000 $ pour 560 m² à Hull en juillet 2024) est une hypothèse de cohérence interne avec le cas 1, non une mesure du marché de Gatineau ; les élasticités et les décotes (services, topographie, forme, densité) sont des hypothèses de génération vraisemblables, non des estimations sur données réelles. La valeur de 277 000 $ retenue pour le terrain du sujet est une valeur du monde synthétique du traité, commune aux chapitres 24, 25 et 45.
- Les hypothèses du cas 3 pour la technique résiduelle (coût neuf de 2 500 $/m², superficie brute de 950 m², dépréciation de 52 %, vie restante de 40 ans, taux du terrain de 3,75 %) ne reposent sur aucune source publique ; aucune fourchette publique de coût de construction du multilogement n'a été trouvée (`sources/notes-E.md`).
- Les paramètres du lotissement (coût de viabilisation, honoraires, frais de vente, profit, absorption, taux) sont des choix de l'auteur ; dans un mandat réel, chacun exige une source (soumissions, projets comparables, entretiens avec des promoteurs).
- La façade du sujet (20 m) et le coût neuf des comparables bâtis (transposé par une élasticité de 0,90 et une correction de 10 % par classe de qualité) sont des hypothèses de l'exemple.
- Les dispositions de la Loi sur la fiscalité municipale relatives aux terrains vagues desservis (art. 244.36 et 244.49) et de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (art. 115, 117.1 à 117.4) ont été vérifiées sur le texte à jour au 15 octobre 2026 ; l'article 117.6 sur l'évaluation du site par un évaluateur agréé n'a pas été lu. Le pourvoi *Jardins de Vérone* est en délibéré : le droit peut changer. Les règles détaillées par classe d'intensité du cadre des zones inondables n'ont pas été extraites (chapitre 43).
- La grille de terrains de l'auteur, mentionnée dans d'autres travaux, n'est pas dans le dépôt de l'ouvrage et n'a pas été utilisée.

À retenir

- Le terrain est évalué séparément, réputé vacant et disponible pour sa plus haute et meilleure utilisation ; au rôle, l'unité d'évaluation et la valeur réelle sont définies par l'utilisation la plus probable, et la catégorie des terrains vagues desservis dépend du rapport bâtiment–terrain.
- La valeur unitaire d'un terrain décroît avec la superficie ($P_L \propto T^{\varepsilon_T}$, $\varepsilon_T < 1$, estimé à 0,53 dans l'exemple) ; l'unité de comparaison (m², façade, logement constructible, lot) doit refléter ce que l'acheteur achète.
- Six méthodes : la comparaison directe est privilégiée parce qu'elle seule échappe au levier ; l'allocation sert de contrôle ; l'extraction exige une dépréciation cohérente avec les prix ; la technique résiduelle $V_L = (RNE - R_B C_B)/R_L$ n'est probante que pour un bâtiment neuf ; le lotissement actualisé évalue les terrains de développement ; la capitalisation de la rente s'applique aux terrains loués.

- Les ajustements de terrain portent sur le marché, la localisation, la superficie, la façade, la forme, les services, la topographie, le zonage et les contraintes ; les décotes de services et de topographie se vérifient par le coût des travaux qu'elles évitent.
- Pour le sujet du cas 1 : comparaison 267 388 $, extraction de marché 242 545 $, allocation 280 412 $, extraction du chapitre 24 sur ventes récentes 277 000 $; valeur retenue 277 000 $ (447 $/m²), soit 47,6 % de l'indication de la grille du chapitre 17, confirmant le chapitre 24.
- Toute valeur de terrain obtenue par différence amplifie l'erreur du terme soustrait : dix points de dépréciation valent 15 % du terrain dans l'extraction du cas 1, cinquante points de base valent 39 % dans la technique résiduelle du cas 3, 10 % sur le prix des lots valent 17 % du site brut dans le lotissement. Conclure une fourchette.

Exercices

Exercice 25.1 — Unités de comparaison des terrains ★

Trois terrains desservis d'un même secteur se sont vendus récemment : 240 000 $ pour 560 m² et 17 m de façade ; 268 000 $ pour 720 m² et 20 m ; 227 500 $ pour 480 m² et 15 m. Calculez le prix par mètre carré et le prix par mètre de façade de chaque vente, puis l'indication obtenue pour un terrain de 620 m² et 20 m de façade en appliquant la médiane de chaque unité. Expliquez pourquoi les deux indications divergent et laquelle vous privilégieriez pour un terrain unifamilial de banlieue.

Exercice 25.2 — Allocation et rôle d'évaluation ★

Dans un secteur, la part médiane du terrain dans la valeur des propriétés est estimée à 45 %. Une maison s'y est vendue 560 000 $. (a) Quelle valeur de terrain l'allocation indique-t-elle ? (b) Le rôle d'évaluation de cette propriété inscrit 180 000 $ pour le terrain et 300 000 $ pour le bâtiment : quelle part du terrain le rôle implique-t-il, et pour quelles raisons peut-elle différer de 45 % ? (c) Expliquez pourquoi un ratio de secteur appliqué à une maison neuve et à une maison de soixante ans ne peut pas être exact pour les deux.

Exercice 25.3 — Extraction et convention de dépréciation ★★

Le comparable G0477 du cas 1 s'est vendu 538 000 $; il a 146 m² habitables, une qualité de 4, 24 ans et un terrain de 452 m². Son coût neuf transposé est de 391 729 $. (a) Extrayez la valeur du terrain avec une dépréciation âge-vie linéaire sur 60 ans, puis avec la dépréciation implicite du marché de 15,5 %. (b) Exprimez chaque résultat en dollars par mètre carré et transposez-le au terrain de 620 m² du sujet avec une élasticité de superficie de 0,50. (c) Expliquez pourquoi l'écart entre les deux valeurs de terrain est égal à l'écart des dépréciations en dollars et ce que cela implique pour le choix de la

convention.

Exercice 25.4 — Technique résiduelle et effet de levier ★★

Pour l'immeuble du cas 3, le revenu net stabilisé est de 89 956 $, la contribution du bâtiment de 1 140 000 $, la vie économique restante de 40 ans et le taux du terrain de 3,75 %. (a) Calculez le taux du bâtiment avec récupération linéaire, le revenu requis par le bâtiment et la valeur résiduelle du terrain. (b) Recalculez avec un taux du terrain de 4,25 % et mesurez la variation relative de la valeur du terrain. (c) Vérifiez le résultat à l'aide de la première élasticité de la proposition 25.1 et commentez.

Exercice 25.5 — Ajustement de superficie : élasticité contre proportionnalité ★★

Le terrain comparable T004 (743 m²) s'est vendu 283 500 $. Ajustez son prix au terrain du sujet (620 m²) de deux manières : (a) en supposant le prix proportionnel à la superficie ; (b) avec l'équation (25.1) et $\varepsilon_T = 0{,}50$. Comparez les deux prix ajustés à l'ajustement de superficie du tableau 25.5 et expliquez le sens et l'ampleur de l'écart entre les deux méthodes.

Exercice 25.6 — Lotissement : absorption, taux et contribution pour fins de parcs ★★★

À l'aide de la fonction `lotissement` du script `analysis/python/cases/ch25_terrain.py`, ou à la main avec les données du tableau 25.9 : (a) recalculez la valeur du site brut si l'absorption tombe à deux lots par année et le taux d'actualisation monte à 12 % ; mesurez la variation par rapport au cas de base. (b) Chiffrez le coût d'opportunité, pour le promoteur, de la cession de 1 000 m² pour fins de parcs, en supposant que cette superficie aurait formé 1,6 lot vendu la troisième année net de frais de vente et de profit. (c) Comparez ce coût à la contribution en argent que la municipalité pourrait exiger au plafond de l'article 117.4 de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, et discutez l'effet de la forme de la contribution sur la valeur du terrain.

Exercice 25.7 — Rente foncière, croissance et réversion ★★★

Un terrain est loué par bail emphytéotique de 40 ans à une rente de 11 000 $ la première année, indexée de 2 % par année ; à l'échéance, le terrain et les constructions reviennent au bailleur pour une valeur anticipée de 300 000 $. Le taux du terrain est de 5 %. (a) Calculez la valeur du droit du bailleur par l'équation (25.13). (b) Comparez-la à la capitalisation perpétuelle de la rente constante et à la formule de Gordon (25.12), et dérivez cette dernière comme limite de la somme des rentes actualisées. (c) Reliez les trois montants aux composantes du prix du terrain de Capozza et Helsley (1989) et

expliquez pourquoi aucun des trois n'est la valeur du terrain libre.

Pour aller plus loin

Le traitement professionnel de référence des six méthodes d'évaluation du terrain reste celui de Appraisal Institute (2026), dont l'édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) adapte la terminologie ; Achour (1992) en donne le vocabulaire français utilisé au Québec, et Wyatt (2022) la perspective britannique, où la méthode résiduelle du développement occupe une place centrale. Les fondements économiques de la valeur du sol sont ceux du chapitre 5 : Ricardo (1817) pour la rente comme résidu, Alonso (1964) pour l'enchère foncière, et surtout Capozza et Helsley (1989) pour la décomposition du prix du terrain urbain en valeur agricole, coût de conversion, accessibilité et prime de croissance, que Capozza et Helsley (1990) et Titman (1985) prolongent en univers incertain par la valeur d'attente, testée empiriquement par Quigg (1993) et par Cunningham (2006). Sur la part du terrain dans la valeur des logements et sa mesure par la méthode résiduelle agrégée, Davis et Heathcote (2007) et Albouy et al. (2018) sont incontournables, et Glaeser et Gyourko (2005) expliquent pourquoi l'extraction peut donner des terrains sans valeur dans les villes en déclin. La littérature sur le redéveloppement et les terrains intercalaires, de Rosenthal et Helsley (1994) et Munneke (1996) à Dye et McMillen (2007), McMillen et O'Sullivan (2013), Clapp et Salavei (2010) et Munneke et Womack (2020), prépare le chapitre 41. Pour l'analyse de développement et sa sensibilité, Byrne (1996) et Geltner et al. (2014) restent les guides les plus complets. Les fondements analytiques de la grille d'ajustements, communs aux terrains et aux maisons, sont chez Colwell et al. (1983), et les travaux québécois de Thériault et Des Rosiers (2011) et de Kestens et al. (2006) documentent les effets de l'usage du sol et de l'accessibilité sur les valeurs résidentielles de la région de Québec.

PARTIE VI

La méthode du revenu et le multilogement

CHAPITRE 26

26

Baux et loyers

L'approche du revenu commence par une lecture de contrats. Avant de projeter un revenu, de le normaliser ou de le capitaliser, l'évaluateur doit savoir ce que chaque bail oblige le locateur à fournir et ce qu'il l'autorise à percevoir, pendant combien de temps et à quelles conditions de renouvellement. Au Québec, cette lecture est gouvernée par un régime d'ordre public que le Code civil réserve au bail de logement : formulaire obligatoire, reconduction de plein droit, avis à délais fixes, fixation du loyer par un tribunal administratif qui ignore la valeur locative de marché, droit au maintien dans les lieux opposable à l'acquéreur. Ce régime fait du loyer contractuel une grandeur distincte du loyer de marché, et de l'écart entre les deux une variable dont la durée, plus que le niveau, détermine la valeur. Le présent chapitre expose le bail de logement tel que l'évaluateur doit le lire, définit les notions de loyer contractuel, de loyer de marché et de loyer économique, construit la méthode d'analyse de l'état locatif, montre comment la reconduction et la fixation façonnent la trajectoire des loyers, et traite de la normalisation des loyers selon les services inclus, de la cession et de la vente de l'immeuble, puis des baux commerciaux des immeubles mixtes. Il prépare les chapitres 27 et 28, qui transforment l'état locatif en revenu brut effectif puis en revenu net, et le chapitre 34, qui détaille la méthode de fixation du Tribunal administratif du logement.

Objectifs pédagogiques

- Décrire le bail de logement québécois : champ d'application, formulaire obligatoire, durée, reconduction de plein droit, avis et délais, obligations d'habitabilité, et en citer les articles du Code civil.
- Distinguer le loyer contractuel, le loyer de marché, le loyer effectif et le loyer économique, et savoir lequel entre dans chaque étape de l'approche du revenu.
- Construire et vérifier un état locatif, en calculer les indicateurs synthétiques et repérer les baux qui exigent une analyse particulière.
- Expliquer comment la reconduction, l'avis de modification, la fixation et les restrictions de l'article 1955 déterminent la trajectoire des loyers, et modéliser la convergence vers le marché par la rotation des locataires.
- Calculer la valeur actuelle espérée de l'écart entre loyer contractuel et loyer de marché, logement par logement, et en mesurer la sensibilité à la rotation, à la croissance et

au taux d'actualisation.
- Normaliser des loyers qui incluent des services différents en loyers « nus » équivalents, à l'aide d'un exemple chiffré fondé sur la structure tarifaire d'Hydro-Québec.
- Reconnaître les bases d'un bail commercial au rez-de-chaussée d'un immeuble mixte et les raisons pour lesquelles il s'analyse autrement qu'un bail de logement.

26.1 Le bail de logement au Québec

26.1.1 Du louage au bail de logement

Le bail est « le contrat par lequel une personne, le locateur, s'engage envers une autre personne, le locataire, à lui procurer, moyennant un loyer, la jouissance d'un bien » pendant un certain temps (Québec 1991, art. 1851). Le locateur est tenu de délivrer le bien en bon état de réparation, d'en procurer la jouissance paisible et d'effectuer toutes les réparations nécessaires, à l'exception des menues réparations d'entretien (Québec 1991, art. 1854 et 1864). Ces deux articles, que le chapitre 6 a situés dans l'ensemble du droit des biens, portent déjà la structure comptable de l'approche du revenu : le loyer est la contrepartie d'une jouissance que le locateur doit maintenir à ses frais, et les dépenses d'exploitation comme les dépenses en capital que le chapitre 28 impute au propriétaire sont des obligations légales avant d'être des conventions d'évaluation.

Le droit commun du louage laisse aux parties une grande liberté. Le bail à durée fixe « cesse de plein droit à l'arrivée du terme » et le bail à durée indéterminée cesse lorsqu'il est résilié par l'une ou l'autre des parties (Québec 1991, art. 1877) ; la reconduction d'un bail à durée fixe doit être expresse, sauf pour le bail d'un immeuble, où elle peut être tacite (Québec 1991, art. 1878), et le bail est reconduit tacitement, pour un an ou pour la durée du bail initial si elle était inférieure à un an, lorsque le locataire continue d'occuper les lieux plus de dix jours après l'expiration sans opposition du locateur (Québec 1991, art. 1879). La durée d'un bail ne peut excéder cent ans (Québec 1991, art. 1880). Ce régime général est celui des locaux commerciaux, dont la section 26.7 donne les bases.

Le bail de logement obéit à un régime différent. Les articles 1892 à 2000 du Code civil forment une section d'ordre public : « est sans effet la clause d'un bail de logement » qui y déroge (Québec 1991, art. 1893). Le champ est large. Sont assimilés au bail de logement le bail d'une chambre, celui d'une maison mobile et celui du terrain destiné à la recevoir, et les dispositions de la section régissent aussi les baux relatifs aux services, accessoires et dépendances du logement, de même que les services rattachés à la personne du locataire (Québec 1991, art. 1892). Sont exclus, notamment, le logement loué à des fins de villégiature, le logement dont « plus du tiers de la superficie totale » est utilisé à une autre fin que l'habitation, la chambre d'un établissement hôtelier, la chambre située dans la résidence principale du locateur lorsque deux chambres au plus y sont louées, et la chambre d'un établissement de santé (Québec 1991, art. 1892). Pour l'évaluateur, cette délimitation n'est pas un détail : elle décide quels revenus de l'immeuble sont soumis à la reconduction de plein droit et à la fixation, et lesquels relèvent de la liberté contractuelle. Dans un immeuble mixte, le local du rez-de-chaussée n'est pas un logement ; dans une maison de chambres, chaque chambre en est un.

Tableau 26.1. Dispositions du Code civil du Québec qui gouvernent la lecture d'un état locatif (sélection ; texte à jour au 15 octobre 2026)

Article	Règle	Conséquence pour l'évaluateur
1851, 1854, 1864	Définition du bail ; délivrance, jouissance paisible, réparations nécessaires à la charge du locateur	Le loyer rémunère une jouissance que le locateur entretient ; fondement des dépenses d'exploitation et du CAPEX
1892–1893	Champ du bail de logement et ordre public	Détermine quels revenus sont encadrés ; les clauses contraires n'ont aucune valeur
1895–1896	Formulaire obligatoire ; avis du loyer le plus bas des douze mois précédents (section G) ; dommages-intérêts punitifs en cas de fausse déclaration	Le loyer précédent est connu du nouveau locataire, qui peut demander la fixation (1950)
1904, 1906	Pas de dépôt ni de chèques postdatés ; pas de réajustement dans un bail de douze mois ou moins	Aucun dépôt de garantie n'entre dans l'analyse ; indexation au plus annuelle
1910, 1912–1913	Bon état d'habitabilité ; normes de salubrité et de sécurité	Les travaux de mise aux normes sont une obligation, non une amélioration
1936–1937	Droit au maintien dans les lieux ; l'aliénation de l'immeuble ne permet pas de résilier le bail	L'acquéreur achète les baux : les loyers en place sont la base du revenu immédiat
1941–1947	Reconduction de plein droit ; avis de modification de trois à six mois avant le terme ; refus dans le mois ; demande de fixation dans le mois du refus	Mécanique annuelle qui borne la trajectoire des loyers en place
1950, 1952–1953	Fixation à la demande du nouveau locataire (dix jours) ; fixation selon les normes réglementaires, au plus douze mois	Le loyer de relocation peut être révisé ; le loyer fixé n'est pas le loyer de marché
1955	Exclusion de la fixation pendant cinq ans (immeuble neuf, changement d'affectation, coopérative) si le bail le prévoit et indique le loyer maximal	Trajectoire bornée par le loyer maximal inscrit au bail
1957–1970	Reprise et éviction : avis six mois avant le terme, motifs, protection des aînés (1959.1), indemnité (1965), autorisation du tribunal	Déterminants de la rotation ; aucune stratégie de repositionnement rapide dans la valeur marchande
1870–1873, 1978.1–1978.4	Cession et sous-location ; refus possible sans motif sérieux, bail alors résilié ; aucune contrepartie pour le cédant	La cession ne transmet plus les loyers bas ; accélère le retour au marché au départ du locataire

Source : (Québec 1991), LégisQuébec, consulté le 31 octobre 2026 ; matrice `sources/normes-A.csv` (NRM-A-070 à NRM-A-093) ; modifications de 2024 (Québec 2024b ; Québec 2024a) et de 2026 (Québec 2026b).

26.1.2 Le formulaire obligatoire et le contenu du bail

Le bail d'un logement doit être fait sur le formulaire dont l'utilisation est rendue obligatoire par règlement, et le locateur doit en remettre un exemplaire au locataire dans les dix jours de la conclusion ; en cas de bail verbal, il doit remettre un écrit qui en reproduit les mentions prescrites et qui fait partie du bail (Québec 1991, art. 1895). Le règlement qui prescrit ces formulaires, pris sous la Loi sur le Tribunal administratif du logement, en distingue plusieurs selon le type de logement, prévoit une annexe pour les services offerts au locataire, fixe à 2,99 $ le prix de détail maximal du formulaire et autorise l'usage des anciens formulaires pendant un an à compter du 1er janvier 2026 (Québec 1996). Le formulaire est le document que l'évaluateur lit en premier. Il contient le loyer et sa périodicité, la durée du bail, la liste des services, accessoires et dépendances inclus dans le loyer, les restrictions au droit à la fixation du loyer lorsque l'article 1955 s'applique, et l'avis au nouveau locataire du loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédents.

Cet avis mérite une attention particulière. Le locateur doit, lors de la conclusion du bail, remettre au nouveau locataire « un avis indiquant le loyer le plus bas payé au cours des 12 mois précédant le début du bail ou, le cas échéant, le loyer fixé par le tribunal au cours de la même période » ; si aucun loyer n'a été payé pendant ces douze mois, l'avis indique le dernier loyer payé et sa date (Québec 1991, art. 1896). Depuis le 21 février 2024, une fausse déclaration ou l'omission délibérée de remettre l'avis expose le locateur à des dommages-intérêts punitifs (Québec 1991 ; Québec 2024b, art. 1896, mod. 2024, c. 2, a. 3). Cette obligation est l'articulation entre la relocation et la fixation : le nouveau locataire qui paie plus que le loyer le moins élevé des douze mois précédents peut demander au tribunal de fixer le loyer dans les dix jours de la conclusion du bail, ou dans les deux mois s'il n'a pas reçu l'avis (Québec 1991, art. 1950). En pratique, les usagers appellent « section G » la partie du formulaire qui porte cet avis ; la désignation est d'usage, les annexes du règlement n'étant pas reproduites par LégisQuébec, et le Tribunal lui-même s'y réfère dans ses résumés de décisions, où il relève par exemple qu'une section G non remplie prive le locataire de l'information qui fonde son recours (Tribunal administratif du logement 2026f).

Deux autres règles touchent directement les flux de trésorerie. Le locateur ne peut exiger que chaque versement excède un mois de loyer, ne peut exiger d'avance que le paiement du premier terme, et ne peut exiger « une somme d'argent autre que le loyer, sous forme de dépôt ou autrement », ni la remise de chèques postdatés (Québec 1991, art. 1904). Il n'existe donc pas, au Québec, de dépôt de garantie à inscrire au passif ou à l'actif de l'exploitation, contrairement à la pratique de la plupart des provinces canadiennes et des États américains ; l'analyse des revenus ne comporte aucun poste de dépôts et la couverture des mauvaises créances passe entièrement par la provision pour pertes du chapitre 27. Par ailleurs, la clause stipulant le réajustement du loyer en cours de bail est sans effet dans un bail à durée fixe de douze mois ou moins et, dans un bail plus long, elle ne peut jouer ni pendant les douze premiers mois ni plus d'une fois par période de douze mois (Québec 1991, art. 1906). Les baux pluriannuels de logements, rares, ne peuvent donc être indexés qu'annuellement.

26.1.3 Durée, reconduction et calendrier

Le bail de logement est le plus souvent un bail à durée fixe de douze mois. Pour le locataire qui a droit au maintien dans les lieux, il se reconduit de plein droit à son terme « aux mêmes conditions et pour la même durée ou, si la durée du bail initial excède 12 mois, pour une

durée de 12 mois », les parties pouvant convenir d'un terme différent (Québec 1991, art. 1941). Le locateur peut modifier les conditions du bail lors de la reconduction, notamment la durée et le loyer, mais seulement par un avis donné « au moins trois mois, mais pas plus de six mois, avant l'arrivée du terme » ; le délai est d'un à deux mois si le bail est de moins de douze mois ou à durée indéterminée, et de dix à vingt jours pour une chambre (Québec 1991, art. 1942). L'avis doit informer le locataire de ses droits, contenir les mentions prescrites par règlement, et indiquer le nouveau loyer en dollars ou l'augmentation en dollars ou en pourcentage (Québec 1991, art. 1943). Le locataire qui refuse doit en aviser le locateur dans le mois de la réception de l'avis, faute de quoi il est réputé avoir accepté ; s'il refuse, il demeure dans les lieux, sauf pour un logement visé à l'article 1955, auquel cas il doit quitter à la fin du bail (Québec 1991, art. 1945). Le locateur dispose alors d'un mois à compter du refus pour demander au tribunal de fixer le loyer ; s'il ne le fait pas, « le bail est reconduit de plein droit aux conditions antérieures » (Québec 1991, art. 1947).

Tableau 26.2. Délais légaux attachés au bail de logement selon la durée du bail (Code civil du Québec, à jour au 15 octobre 2026)

Acte	Bail de 12 mois ou plus	Bail de moins de 12 mois ou à durée indéterminée	Chambre
Avis de modification du bail (art. 1942)	3 à 6 mois avant le terme	1 à 2 mois avant le terme	10 à 20 jours
Réponse du locataire à l'avis de modification (art. 1945)	1 mois de la réception	1 mois	1 mois
Demande de fixation par le locateur (art. 1947)	1 mois du refus	1 mois	1 mois
Avis de reprise ou d'éviction (art. 1960)	6 mois avant le terme	6 mois (1 mois si bail de 6 mois ou moins) ; 6 mois avant la date de reprise pour un bail à durée indéterminée	idem
Réponse du locataire à l'avis de reprise ou d'éviction (art. 1962)	1 mois ; le silence vaut refus	1 mois	1 mois
Demande d'autorisation au tribunal (art. 1963)	1 mois du refus	1 mois	1 mois
Fixation demandée par le nouveau locataire (art. 1950)	10 jours de la conclusion ; 2 mois du début du bail sans avis	idem	idem
Réponse du locateur à un avis de cession ou de sous-location (art. 1871)	15 jours	15 jours	15 jours

Source : (Québec 1991), art. 1871, 1942, 1945, 1947, 1950, 1960, 1962, 1963, LégisQuébec, consulté le 31 octobre 2026.

La figure 26.1 traduit ces règles en calendrier pour le bail type des immeubles du cas 3, qui court du 1er juillet 2026 au 30 juin 2027. L'avis de modification doit être reçu entre le 30 décembre 2026 et le 30 mars 2027, le locataire a jusqu'au 30 avril pour refuser si l'avis a été donné au dernier jour permis, et le locateur jusqu'au 30 mai pour saisir le tribunal ; l'avis de reprise ou d'éviction doit, lui, être donné au plus tard le 30 décembre 2026. Si le logement est

reloué le 1er juillet 2027, le nouveau locataire peut demander la fixation jusqu'au 11 juillet, ou jusqu'au 1er septembre s'il n'a pas reçu l'avis de l'article 1896. Ces dates sont calculées par le script `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py` en décomptant des mois civils à partir du terme ; le Tribunal présente habituellement la fenêtre d'avis d'un bail du 1er juillet comme courant du 1er janvier au 31 mars, convention que l'évaluateur retrouvera dans la pratique et qui ne change rien à l'analyse.

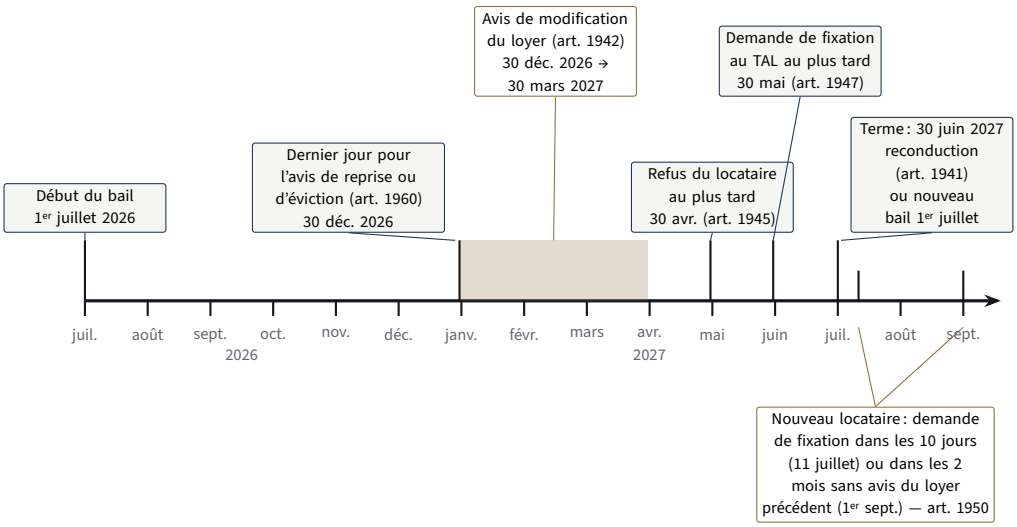


Figure 26.1. Chronologie des avis pour un bail de logement de douze mois courant du 1er juillet 2026 au 30 juin 2027 : fenêtre de l'avis de modification, date limite de l'avis de reprise ou d'éviction, délais de réponse du locataire et de saisine du Tribunal, puis délais ouverts au nouveau locataire. Les dates sont décomptées en mois civils à partir du terme.

Source : Code civil du Québec, art. 1941, 1942, 1945, 1947, 1950, 1960 (Québec 1991), consulté le 31 octobre 2026 ; dates calculées par `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py` (fonction `calendrier`) ; schéma TikZ.

Le 1er juillet et la synchronisation des baux

La concentration des échéances au 30 juin, qui fait du 1er juillet la journée du déménagement au Québec, n'est pas prescrite par le Code civil actuel : elle est l'héritage d'une date légale de fin des baux, longtemps fixée au 1er mai sous le régime seigneurial puis déplacée, et de la loi de 1973 qui a aboli la date légale tout en prolongeant les baux en cours jusqu'au 30 juin 1974, après quoi l'habitude s'est maintenue par reconduction (Patterson 2024). Pour l'évaluateur, cette synchronisation a trois conséquences. Les douze baux du cas 3 échoient le même jour, de sorte que la fenêtre d'avis, les refus et les demandes de fixation se concentrent sur un seul trimestre et que la vacance de relocation se produit presque toujours en juillet. Les loyers demandés que l'on observe sur le marché sont, pour l'essentiel, des loyers de baux du 1er juillet, ce qui facilite la comparaison à une même date mais rend les observations rares le reste de l'année. Et l'ancienneté d'un locataire se compte en nombre entier de reconductions, ce qui justifie la convention adoptée dans l'état locatif du cas 3, où l'ancienneté est la différence entre l'année d'évaluation et l'année d'entrée dans les lieux. Source secondaire pour

l'historique ; texte du Code consulté le 31 octobre 2026.

26.1.4 Habitabilité, salubrité et obligations du locateur

Le locateur « est tenu de délivrer un logement en bon état d'habitabilité ; il est aussi tenu de le maintenir ainsi pendant toute la durée du bail », et toute clause contraire est sans effet (Québec 1991, art. 1910). Le manquement aux obligations imposées par la loi relativement à la sécurité et à la salubrité d'un logement constitue un manquement aux obligations du bail, et il est interdit de louer un logement impropre à l'habitation (Québec 1991, art. 1912 et 1913). Ces dispositions tracent une frontière que l'analyse des dépenses du chapitre 28 doit respecter : les travaux qui rétablissent l'habitabilité ou la conformité aux normes de salubrité ne sont pas des améliorations dont le locateur pourrait attendre une hausse de loyer discrétionnaire, mais l'exécution d'une obligation ; en fixation, le Règlement sur les critères de fixation de loyer les traite néanmoins comme des dépenses d'immobilisation lorsqu'il s'agit de réparations majeures, et le chapitre 34 en discute le rendement réglementaire de cinq pour cent (Québec 1985c, art. 3, par. 5°). L'évaluateur qui relève, à l'inspection, un logement dont l'état contreviendrait à l'article 1912 doit en tirer deux conséquences : une dépense à venir et un risque de réduction de loyer ou de résiliation, que le Code ouvre au locataire.

26.2 Loyer contractuel, loyer de marché et loyer économique

26.2.1 Trois grandeurs distinctes

Le vocabulaire des loyers est source de confusions que l'approche du revenu ne tolère pas, parce que chacune de ses étapes appelle une grandeur précise. Les définitions suivantes sont celles de l'ouvrage ; elles correspondent aux notions de *contract rent*, *market rent* et *effective rent* de la littérature nord-américaine (Appraisal Institute 2026 ; Fisher et Martin 2007), et précisent le sens que nous donnons à l'expression ambiguë de loyer économique.

Définition 26.1 : Loyer contractuel, loyer de marché, loyer effectif

Le **loyer contractuel** L_j^c d'un logement j est le loyer que le bail en vigueur oblige le locataire à payer à la date d'évaluation, services inclus tels que le bail les définit. Le **loyer de marché** L_j^m est le loyer le plus probable qu'un nouveau bail du même logement, conclu à la date d'évaluation entre un locateur et un locataire prudents, informés et sans lien entre eux, stipulerait pour les mêmes services, après une mise en marché d'une durée raisonnable. Le **loyer effectif** est le loyer contractuel corrigé des concessions consenties au locataire, gratuités, rabais temporaires ou biens remis, étalées sur la durée du bail. L'**écart contractuel** du logement j et son **ratio contractuel** sont

$$\Delta_j = L_j^m - L_j^c, \qquad \kappa_j = \frac{L_j^c}{L_j^m}, \tag{26.1}$$

un écart positif signalant un loyer inférieur au marché.

Le loyer contractuel est une donnée ; il se lit au bail et se vérifie aux encaissements. Le loyer de marché est une estimation ; il se construit par comparaison avec les loyers de baux récents de logements semblables, par les moyennes publiées par la Société canadienne d'hypothèques et de logement pour la zone, le nombre de chambres, l'année de construction et la taille de l'immeuble (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), et par les loyers demandés dans les annonces, corrigés de l'écart habituel entre loyer demandé et loyer conclu. La définition exige « les mêmes services » : un loyer de marché chauffé-éclairé n'est pas comparable à un loyer contractuel nu, et la section 26.5 règle cette difficulté. Elle exige aussi « un nouveau bail » : le loyer de marché est celui d'une relocation, non celui qu'un locataire en place accepterait, et c'est précisément parce que le régime du bail de logement empêche d'imposer au locataire en place le loyer d'une relocation que l'écart (26.1) persiste.

Le loyer effectif importe surtout pour les immeubles récents et les grands ensembles, où les concessions sont fréquentes dans les marchés détendus : un mois gratuit sur un bail de douze mois à 1 800 $ équivaut à un loyer effectif de 1 650 $, et c'est ce dernier qui mesure le marché. Si un bail de n mois au loyer nominal L comporte des concessions d'une valeur totale C,

$$L^{\text{eff}} = \frac{n\,L - C}{n}, \tag{26.2}$$

sans actualisation lorsque la durée est courte ; sur un bail commercial de plusieurs années, les concessions s'actualisent (section 26.7). Au Québec, l'interdiction du dépôt et la rareté des baux pluriannuels de logements limitent les formes que prennent les concessions ; elles se concentrent sur les gratuités de premier mois, les stationnements offerts et les électroménagers fournis, que l'évaluateur relève dans les annonces et interroge auprès des gestionnaires.

26.2.2 Le loyer économique

L'expression **loyer économique** a reçu plusieurs sens. En économie classique, la rente économique est le surplus qu'un facteur reçoit au-delà de son coût d'opportunité, notion que le chapitre 5 a appliquée au sol ; dans la littérature d'évaluation plus ancienne, « economic rent » a servi de synonyme à loyer de marché, usage que le dictionnaire de l'Appraisal Institute juge désormais désuet (Appraisal Institute 2022). Nous réservons le terme à une troisième notion, utile à l'analyse de faisabilité et à la lecture critique d'un état locatif : le loyer qui, compte tenu des dépenses d'exploitation normalisées, de la réserve de remplacement, des autres revenus et de l'inoccupation, procure au capital investi le rendement que le marché exige.

Définition 26.2 : Loyer économique

Le **loyer économique** d'un immeuble de N logements est le loyer mensuel moyen L^{e} tel que le revenu net d'exploitation après réserve rémunère une valeur de référence V au taux global R du marché. Avec des dépenses hors gestion DE_{hg}, une réserve RR, des autres revenus A, une gestion imputée à la fraction m du revenu brut effectif et une

provision v pour inoccupation et mauvaises créances,

$$RNE^{*} = RV, \qquad RBE^{*} = \frac{RNE^{*} + DE_{\text{hg}} + RR}{1 - m}, \qquad RBP^{*} = \frac{RBE^{*} - A}{1 - v}, \qquad L^{e} = \frac{RBP^{*}}{12\,N}. \tag{26.3}$$

La valeur de référence V est le coût de production pour un projet neuf, le prix payé ou envisagé pour une acquisition, la valeur au rôle lorsqu'on veut mesurer ce que le rôle suppose. Le loyer économique n'est pas le loyer de marché : il peut lui être supérieur, auquel cas le projet n'est pas faisable ou l'acquisition est trop chère, ou inférieur, auquel cas l'immeuble dégage une rente. Appliqué à une valeur obtenue par capitalisation directe du revenu net contractuel, il redonne exactement le loyer contractuel, puisque la chaîne (26.3) est alors parcourue à l'envers ; cette identité, vérifiée par le test du chapitre, rappelle que le loyer économique n'apporte d'information que si V vient d'ailleurs que du revenu lui-même. La section 26.8 le calcule pour le cas 3 sur la valeur au rôle.

26.2.3 Quelle grandeur à quelle étape

Le revenu brut potentiel de l'approche du revenu se construit, pour les logements occupés, à partir des loyers contractuels, et pour les logements vacants ou occupés par le propriétaire, à partir des loyers de marché ; le chapitre 27 en fait la règle de base et discute l'inoccupation. Le loyer de marché intervient ensuite trois fois : pour mesurer l'écart contractuel et sa valeur actuelle, qui distinguent le droit du locateur de la pleine propriété (chapitre 2) ; pour projeter les loyers des logements qui seront reloués au cours de l'horizon de projection (chapitre 30) ; et pour estimer les loyers des logements comparables lorsque l'on extrait des taux de capitalisation ou des multiplicateurs à partir de ventes (chapitre 29). Le loyer effectif remplace le loyer contractuel partout où des concessions existent. Le loyer économique ne sert ni au revenu ni à la capitalisation : il sert au jugement, en disant si le niveau des loyers en place ou au marché est compatible avec le prix que l'on s'apprête à payer ou avec le coût de construire. Confondre ces grandeurs produit les erreurs les plus coûteuses de l'approche du revenu, celles que le chapitre 29 a appelées « capitaliser le marché avec des baux en place » et que l'encadré des erreurs fréquentes reprend.

26.3 L'analyse de l'état locatif

26.3.1 Ce que contient un état locatif et comment le vérifier

Définition 26.3 : État locatif

L'**état locatif** est le tableau qui recense, à une date donnée, chaque unité louable de l'immeuble avec son type, sa superficie, le nom ou le numéro du bail, la date d'entrée du locataire, le terme du bail en cours, le loyer contractuel et sa périodicité, les services, accessoires et dépendances inclus, le stationnement et les rangements attribués, les avis de modification transmis et les réponses reçues, les demandes pendantes devant le

Tribunal administratif du logement, les arriérés et les ententes de paiement, et, pour les unités vacantes ou occupées par le propriétaire, le loyer demandé ou estimé. Il est complété par l'estimation du loyer de marché de chaque unité.

L'état locatif que remet le vendeur ou le gestionnaire est une déclaration, non une preuve. L'évaluateur le confronte aux baux signés, dont il lit le formulaire et les annexes, aux relevés bancaires ou au grand livre des encaissements des douze derniers mois, aux avis de modification et aux décisions du Tribunal, et, lorsque le locateur a déposé une demande de fixation, au formulaire de renseignements nécessaires qu'il a dû produire dans les quatre-vingt-dix jours (Québec 2020a, art. 56.3), dont les lignes de revenus donnent les loyers de décembre multipliés par douze et distinguent les locaux non résidentiels (Tribunal administratif du logement 2025b). Pour un immeuble de moins de cinq logements vendu par un particulier, le formulaire obligatoire de déclarations du vendeur de l'Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec recueille les loyers annuels, les avis reçus et les dossiers devant le Tribunal (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a ; Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2026) ; pour un immeuble plus grand, aucune déclaration normalisée n'existe et l'évaluateur doit obtenir lui-même ces renseignements, comme le dossier du chapitre 47 le signale.

Lecture critique d'un état locatif

Six situations appellent un traitement particulier. Un **loyer de faveur**, consenti à un parent, à un allié ou à un employé du locateur, ne mesure ni le marché ni le revenu durable ; le Règlement sur les critères de fixation de loyer prévoit d'ailleurs que le tribunal fixe alors le loyer d'après les logements comparables (Québec 1985c, art. 1 et 6). Un *logement occupé par le propriétaire* ou par un concierge entre au revenu potentiel à son loyer de marché, avec en contrepartie la rémunération du concierge en dépense. Un *logement vacant* y entre au loyer de marché, non au loyer demandé si celui-ci est manifestement hors marché. Un *bail dont l'avis de modification a été refusé* et qui fait l'objet d'une demande de fixation a un loyer provisoire : l'analyse retient le loyer en vigueur et traite l'issue en scénario. Un *bail comportant la clause de l'article 1955* a une trajectoire bornée par le loyer maximal indiqué. Enfin, les *services inclus* diffèrent souvent d'un bail à l'autre dans un même immeuble, le chauffage étant inclus dans les baux anciens et exclu des récents ; la normalisation de la section 26.5 s'impose avant toute comparaison.

26.3.2 Indicateurs synthétiques

Un état locatif de douze lignes se lit d'un coup d'œil ; un état de cent vingt lignes exige des indicateurs. Quatre d'entre eux résument la position des loyers en place par rapport au marché. L'**écart moyen pondéré** rapporte la somme des écarts à la somme des loyers de marché,

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_j (L_j^m - L_j^c)}{\sum_j L_j^m} = 1 - \bar{\kappa}, \qquad \bar{\kappa} = \frac{\sum_j L_j^c}{\sum_j L_j^m}, \tag{26.4}$$

et mesure la part du revenu potentiel de marché que les baux en place laissent sur la table ; il diffère de la moyenne simple des ratios κ_j lorsque les écarts se concentrent sur les grands ou sur les petits logements. La **part des baux sous le marché** au seuil s compte les logements dont le ratio est inférieur à $1 - s$,

$$\pi(s) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \mathbf{1}\left[\kappa_j < 1 - s\right], \tag{26.5}$$

et se lit à plusieurs seuils, cinq, dix et vingt pour cent par exemple, pour distinguer un retard diffus d'un retard concentré sur quelques baux anciens. La **concentration de l'écart** est la part de l'écart total portée par les trois baux les plus éloignés du marché ; lorsqu'elle est élevée, la valeur de l'écart dépend du comportement de quelques locataires, et l'analyse de la rotation doit être individuelle. L'**ancienneté** des locataires, moyenne, médiane et maximale, complète le tableau, parce qu'elle est à la fois la cause du retard, par l'accumulation des reconductions, et un indice de la probabilité de départ, les locataires anciens à loyer bas ayant le plus à perdre à déménager. Le loyer au mètre carré, contractuel et de marché, permet enfin de comparer des logements de tailles différentes et de repérer les unités dont le loyer de marché estimé est hors de la fourchette des autres.

Les données publiques fournissent des points de repère pour interpréter ces indicateurs. Dans la région métropolitaine de Montréal, le loyer moyen des appartements d'initiative privée de deux chambres atteignait 1 346 $ en octobre 2025, en hausse de 7,2 % sur un an, et le loyer moyen de l'ensemble des appartements 1 290 $, en hausse de 7,4 % ; dans la zone Rosemont, le loyer moyen de deux chambres était de 1 348 $ (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Dans le même temps, le pourcentage de base applicable à la fixation des loyers pour 2026 est de 3,1 %, après 4,5 % pour 2025 (Tribunal administratif du logement 2026d ; Tribunal administratif du logement 2026c), et le Tribunal indiquait avoir accordé en moyenne 3,8 % d'ajustement de 2015 à 2024 (Tribunal administratif du logement 2025a). Lorsque les loyers de marché croissent de sept pour cent et les loyers en place de trois à quatre, l'écart d'un bail reconduit s'élargit d'environ trois points par an, et un locataire de dix ans peut se trouver vingt à trente pour cent sous le marché sans qu'aucune des parties n'ait rien fait d'inhabituel. Ce mécanisme est la signature des régimes de contrôle des loyers dits de deuxième génération, qui encadrent la hausse des baux en cours sans fixer le loyer des nouvelles locations (Arnott 1995), et la littérature empirique en documente la conséquence prévisible, une dispersion croissante des loyers entre locataires anciens et récents pour des logements semblables (Kholodilin 2024 ; Glaeser et Luttmer 2003).

26.3.3 L'état locatif du cas 3

Données synthétiques

L'immeuble de douze logements du cas 3 est fictif. Son état locatif (`data/synthetic/cas3_montreal_etat_locatif.csv`) et ses hypothèses de projection (`cas3_montreal_hypotheses_dcf.json`) ont été générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine 20261031 selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` : les loyers de marché sont calibrés sur les loyers moyens de la zone Rosemont publiés par la SCHL pour octobre 2025 (Société

canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), et les loyers contractuels suivent la loi « loyer de marché × $0{,}98^{\text{ancienneté}}$ ». Tous les chiffres des sections 26.3 à 26.5, 26.8 et 26.9 sont produits par `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py`, qui obtient les revenus du module partagé `traite.cas3` (fonctions `charger` et `revenus`) : le revenu brut potentiel contractuel de 165 540 $, le revenu au marché de 186 036 $ et l'écart de 20 496 $ sont ceux des chapitres 2, 27, 29, 30 et 47. Le triplex du cas 2 (`cas2_quebec_loyers.csv`, module `traite.cas2`) est fictif au même titre. Le profil de consommation d'électricité de la section 26.5 et le loyer du comparable chauffé-éclairé sont des hypothèses de travail déclarées, non des statistiques.

Le tableau 26.3 présente l'état locatif du cas 3 au 1er septembre 2026 sous l'angle qui intéresse ce chapitre : l'ancienneté, l'écart et l'échéance. Le chapitre 47 en a donné la lecture complète dans le dossier du cas et nous n'y revenons pas ; la figure 26.2 range les logements du bail le plus récent au plus ancien et fait apparaître la structure de l'écart. Les douze baux échoient le 30 juin 2027, dans 9,9 mois ; aucun n'inclut le chauffage ; six comportent un stationnement. Les trois indicateurs synthétiques du tableau 26.4 disent l'essentiel. L'écart moyen pondéré est de 11,0 %, soit un ratio contractuel de 0,890, légèrement supérieur à la moyenne simple des ratios, 0,884, parce que les deux baux les plus en retard sont des 3½ dont le loyer de marché est bas. Huit logements sur douze sont à plus de cinq pour cent sous le marché, six à plus de dix pour cent et deux à plus de vingt pour cent ; les trois baux les plus éloignés du marché, ceux des logements 103, 302 et 102, portent 44,2 % de l'écart total. L'ancienneté moyenne est de 6,3 ans, la médiane de 6,5 ans et le maximum de 18 ans ; les cinq baux signés en 2018 forment une cohorte homogène à 14,9 % sous le marché après huit reconductions. Le loyer contractuel moyen est de 1 149,58 $ par mois et le loyer de marché moyen de 1 291,92 $, soit 16,72 et 18,79 dollars par mètre carré ; l'écart mensuel moyen est de 142,33 $.

La figure 26.3 replace cette structure dans une perspective probabiliste que la section 26.4 formalise. Le volet (a) superpose la distribution de l'ancienneté des douze locataires et la courbe de survie théorique d'une cohorte de locataires soumise à une rotation annuelle constante, pour trois valeurs du taux de rotation : 8,5 %, le taux observé par la SCHL en octobre 2025 pour les immeubles de six à dix-neuf logements de la région de Montréal, 9,4 %, le taux de l'ensemble des appartements de la région, et 15 %, l'hypothèse retenue dans le dossier du cas 3 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Le volet (b) montre que l'écart mensuel croît avec l'ancienneté, ce qui est ici la loi de génération du jeu synthétique, mais aussi, dans un régime de deuxième génération, une régularité attendue. L'enseignement est double : plus de la moitié des locataires du cas 3 ont une ancienneté supérieure à la durée médiane d'une occupation sous les rotations observées, et c'est chez eux que se concentre l'écart.

26.4 Reconduction, avis et fixation : le mécanisme et la trajectoire des loyers

Tableau 26.3. État locatif du cas 3 au 1er septembre 2026 : ancienneté, loyers mensuels contractuel et de marché, écart contractuel et stationnement de chaque bail (données synthétiques)

Log.	Type	Anc. (ans)	Contrat ($)	Marché ($)	Écart ($)	Écart (%)	Écart ($/an)	Ratio κ_j	Stat.
104	3½	1	1 068	1 090	22	2,0	264	0,980	oui
301	4½	1	1 328	1 356	28	2,1	336	0,979	non
202	4½	2	1 191	1 240	49	4,0	588	0,960	oui
304	5½	2	1 616	1 683	67	4,0	804	0,960	non
303	5½	3	1 526	1 622	96	5,9	1 152	0,941	oui
101	3½	5	917	1 015	98	9,7	1 176	0,903	oui
201	4½	8	1 144	1 345	201	14,9	2 412	0,851	non
203	4½	8	1 167	1 372	205	14,9	2 460	0,851	non
204	4½	8	1 064	1 251	187	14,9	2 244	0,851	oui
302	4½	8	1 258	1 478	220	14,9	2 640	0,851	non
102	3½	12	788	1 004	216	21,5	2 592	0,785	oui
103	3½	18	728	1 047	319	30,5	3 828	0,695	non
Total		6,3	13 795	15 503	1 708	11,0	20 496	0,890	6

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py` (fonction `tableau_etat`, revenus par `traite.cas3.revenus`), graine 20261031 ; ligne « Total » : ancienneté moyenne, sommes mensuelles et annuelles, écart pondéré et ratio pondéré ; tous les baux échoient le 30 juin 2027 (9,9 mois) et aucun n'inclut le chauffage ; classement par ancienneté.

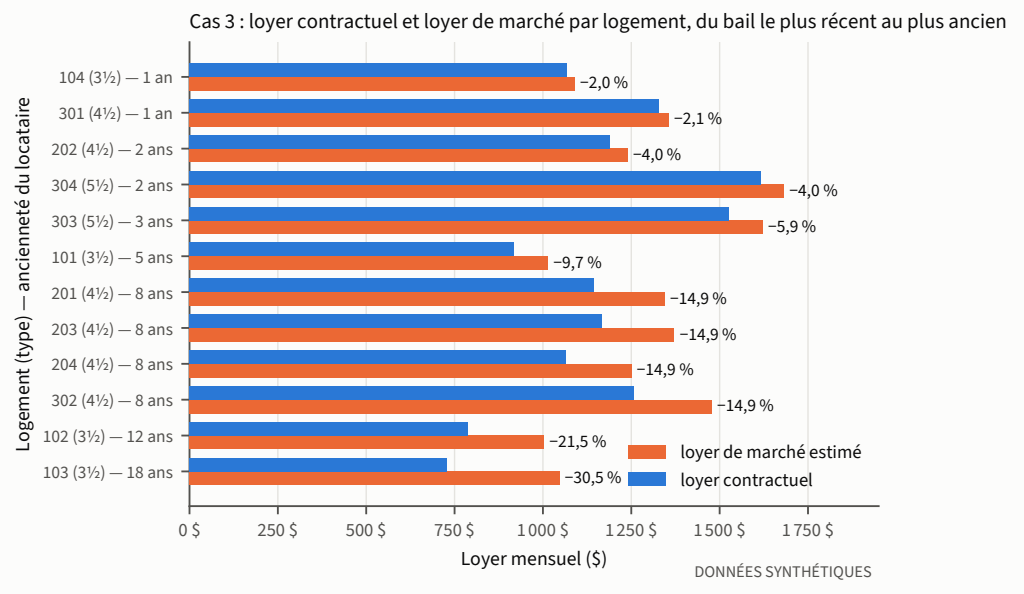


Figure 26.2. Loyer contractuel et loyer de marché estimé des douze logements du cas 3, classés du bail le plus récent au plus ancien ; l'écart relatif inscrit à droite de chaque paire passe de 2,0 % pour les locataires arrivés en 2025 à 30,5 % pour le locataire en place depuis 2008, et les cinq baux de 2018 forment un palier homogène à 14,9 %.

Source : [données synthétiques] `analysis/python/figures/ch26_figures.py`, graine 20261031

Tableau 26.4. Indicateurs synthétiques de l'état locatif du cas 3 et points de repère publics (1er septembre 2026)

Indicateur	Valeur	Lecture
Revenu brut potentiel contractuel ($/an)	165 540	douze loyers mensuels × 12
Revenu brut potentiel au marché ($/an)	186 036	loyers de marché estimés × 12
Écart contractuel total ($/an)	20 496	(26.1), sommé
Écart moyen pondéré $\bar{\delta}$ (%)	11,02	(26.4)
Ratio contractuel pondéré $\bar{\kappa}$	0,890	$1 - \bar{\delta}$
Moyenne simple des ratios κ_j	0,884	inférieure à $\bar{\kappa}$: retards concentrés sur de petits logements
Part des baux à plus de 5 / 10 / 20 % sous le marché (%)	66,7 / 50,0 / 16,7	(26.5) ; 8, 6 et 2 logements
Concentration de l'écart (trois baux les plus en retard) (%)	44,2	logements 103, 302, 102
Ancienneté moyenne / médiane / maximale (ans)	6,3 / 6,5 / 18	cinq baux de 2018
Loyer moyen contractuel / de marché ($/mois)	1 149,58 / 1 291,92	écart mensuel moyen 142,33 $
Loyer au m^2 contractuel / de marché ($/m^2/mois)	16,72 / 18,79	825 m^2 locatifs
Mois avant l'échéance commune	9,9	30 juin 2027
Repère : loyer moyen 2 ch., RMR Montréal, oct. 2025 ($/mois)	1 346	SCHL, +7,2 % sur un an
Repère : loyer moyen 2 ch., zone Rosemont, oct. 2025 ($/mois)	1 348	SCHL
Repère : taux de rotation, RMR Montréal, 2025 (%)	9,4	SCHL (11,1 % en 2024) ; 6 à 19 logements : 8,5 %
Repère : pourcentage de base TAL 2026 (%)	3,1	avis donnés dès le 1er janvier 2026 (4,5 % pour 2025)

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py` (fonction `indicateurs`), graine 20261031 ; repères : (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) (tableaux 1.1.2, 1.1.6 et 1.3.4 de la RMR de Montréal, données d'octobre 2025, consultés le 31 octobre 2026) ; (Tribunal administratif du logement 2026d).

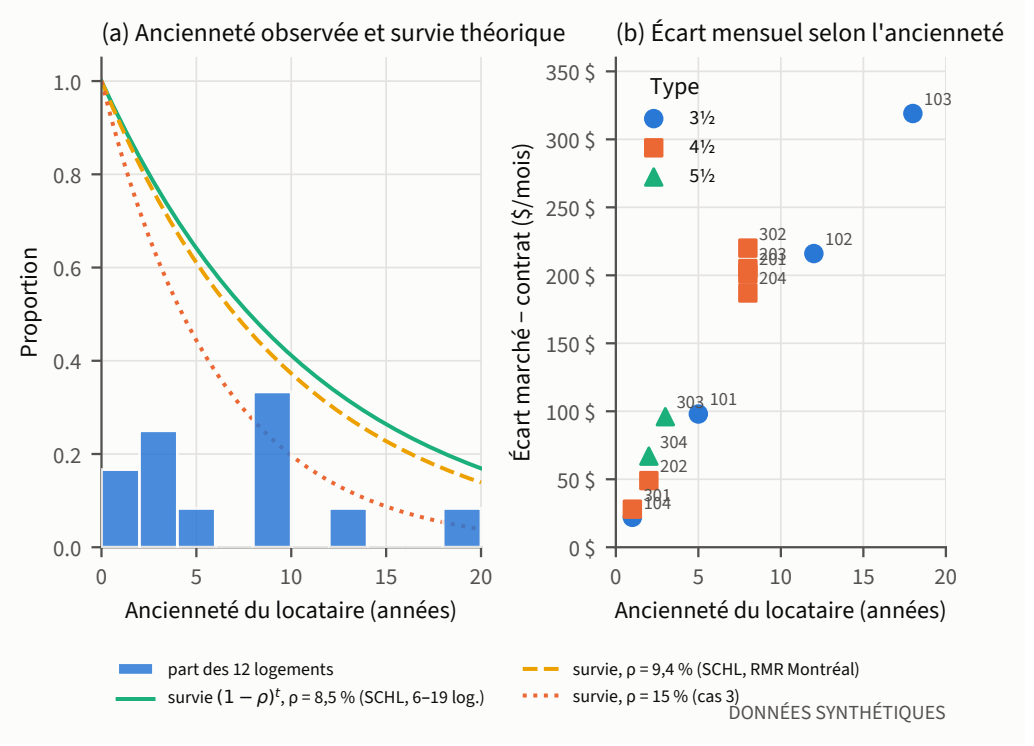


FIGURE 26.3. Cas 3 : (a) part des douze logements selon l'ancienneté du locataire et part théorique d'une cohorte encore en place après t années, $(1-\rho)^t$, pour des rotations de 8,5 %, 9,4 % et 15 % ; (b) écart mensuel entre loyer de marché et loyer contractuel selon l'ancienneté, par type de logement. L'écart est porté par les locataires dont l'ancienneté dépasse la durée médiane d'occupation.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/figures/ch26_figures.py`, graine 20261031 ; taux de rotation : (SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT 2025b), RMR de Montréal, tableaux 1.1.6 et 1.3.4, octobre 2025.

26.4.1 Ce que le mécanisme juridique autorise

La reconduction de plein droit et la fixation forment ensemble un mécanisme dont il faut comprendre la logique avant d'en modéliser l'effet. Le locateur propose ; le locataire accepte ou refuse ; en cas de refus, le locateur renonce ou saisit le tribunal ; le tribunal fixe le loyer « en tenant compte des normes fixées par les règlements », pour la durée du bail reconduit et au plus douze mois (Québec 1991, art. 1953). Ces normes sont celles du Règlement sur les critères de fixation de loyer, profondément remanié par le décret 1455-2025 entré en vigueur le 1er janvier 2026 : six critères, dont un pourcentage de base égal à la moyenne des trois dernières variations annuelles de l'indice des prix à la consommation du Québec, la variation des taxes municipales et scolaires et des primes d'assurance selon la part attribuable au logement, et un rendement de cinq pour cent sur les dépenses d'immobilisation de la période de référence (Québec 1985c ; Québec 2025b, art. 3 et 3.1). Le chapitre 34 en expose la méthode et les calculs ; ce qui importe ici est ce que le mécanisme ne contient pas. La valeur locative de marché n'y figure pas : le Tribunal l'a rappelé dans une décision résumée sur son site, « la valeur marchande locative n'est pas un critère à prendre en considération » (Tribunal administratif du logement 2026f). La fixation vaut pour le logement, non pour l'immeuble, et chaque bail suit sa propre trajectoire. Le Tribunal connaît de ces demandes à l'exclusion de tout autre tribunal (Québec 2020a, art. 28) et ses décisions en fixation ne sont pas susceptibles d'appel (Québec 2020a, art. 91), de sorte que la pratique est stable et prévisible.

Le mécanisme a une asymétrie qui favorise le locataire en place. Le locateur qui laisse passer la fenêtre d'avis, ou qui ne saisit pas le tribunal dans le mois du refus, voit le bail reconduit aux conditions antérieures pour une année entière. Le locataire qui refuse reste dans les lieux. La seule issue qui mette fin à cette asymétrie est le départ volontaire du locataire, après quoi le loyer de relocation est libre, sous la réserve du recours du nouveau locataire de l'article 1950 et de l'obligation d'information de l'article 1896. Le régime produit donc, pour chaque logement, une trajectoire de loyer en deux régimes : tant que le locataire reste, le loyer croît au rythme qu'autorisent les critères ou qu'accepte le locataire ; lorsqu'il part, le loyer rejoint le marché. Si l'on note $g_{c,s}$ le taux d'ajustement effectivement obtenu l'année s et n_j l'année du départ du locataire du logement j,

$$L^{c}_{jt} = L^{c}_{j0} \prod_{s=1}^{t} (1 + g_{c,s}) \quad \text{pour } t < n_j, \qquad L^{c}_{jt} = L^{m}_{jt} \quad \text{pour } t \geq n_j. \tag{26.6}$$

Dans les projections de l'ouvrage, $g_{c,s}$ est approché par le pourcentage de base du Tribunal, 3,1 % pour 2026, la part attribuable aux taxes, aux assurances et aux immobilisations étant traitée en sensibilité (chapitres 30 et 34) ; le pourcentage pour 2027 n'était pas publié à la date du présent chapitre (Tribunal administratif du logement 2026d).

26.4.2 Les restrictions de l'article 1955 et le loyer maximal des cinq ans

L'article 1955 soustrait certains logements à la fixation. Ni le locateur ni le locataire d'un logement loué par une coopérative d'habitation, ni ceux d'un logement situé dans un immeuble nouvellement bâti ou dont l'utilisation à des fins locatives résulte d'un changement d'affectation récent, ne peuvent faire fixer le loyer « dans les cinq années qui suivent la date à laquelle l'immeuble est prêt pour l'usage auquel il est destiné » (Québec 1991, art. 1955). Deux modifications récentes en ont précisé la portée. Depuis le 21 février 2024, la restriction

n'est opposable au locataire que si elle est prévue au bail et « que si le bail indique le loyer maximal que le locateur pourra imposer dans les cinq années » (Québec 1991 ; Québec 2024b, art. 1955, mod. 2024, c. 2, a. 9) ; depuis le 24 février 2026, l'exclusion vise tout logement loué par une coopérative d'habitation, et non plus seulement celui loué à l'un de ses membres (Québec 2026b, art. 152). Le Tribunal a eu à appliquer l'exception des cinq ans à un immeuble récent dans une décision résumée sur son site (Tribunal administratif du logement 2026f).

Pour l'évaluateur d'un immeuble neuf ou converti, le loyer maximal inscrit au bail est l'indicateur central de l'état locatif. Pendant cinq ans, le locataire qui refuse une hausse doit quitter le logement à la fin du bail (Québec 1991, art. 1945) : la trajectoire du loyer n'est bornée ni par les critères du règlement ni par le marché, mais par le loyer maximal $L_j^{\max}$ et par la disposition du locataire à payer. Le taux de croissance annuel composé maximal compatible avec ce plafond est

$$\bar{g}_j = \left(\frac{L_j^{\max}}{L_{j0}^{c}} \right)^{1/5} - 1, \tag{26.7}$$

et deux trajectoires bornent la projection : la croissance régulière au taux $\bar{g}_j$ et le saut au loyer maximal dès la première reconduction, qui est la borne haute que la clause autorise. L'exercice 26.6 compare ces trajectoires à l'indexation au pourcentage de base. Lorsque le bail ne contient pas la clause, ou qu'il ne mentionne pas le loyer maximal, la restriction est inopposable au locataire et le logement neuf retombe dans le régime général, de sorte que l'absence de la mention est une information d'évaluation à part entière.

26.4.3 La rotation des locataires et la durée espérée de l'écart

L'équation (26.6) fait de la date de départ n_j la variable décisive, et elle est inconnue. Le chapitre 2 l'a modélisée par une rotation annuelle constante ; nous reprenons ce cadre en le précisant. Si une fraction ρ des locataires en place quitte chaque année, indépendamment de leur ancienneté, la probabilité qu'un locataire soit encore dans les lieux après t années et la durée espérée de son occupation restante sont

$$S(t) = (1-\rho)^{t}, \qquad \mathrm{E}[n] = \sum_{t=1}^{\infty} t\,\rho\,(1-\rho)^{t-1} = \frac{1}{\rho}, \tag{26.8}$$

la seconde identité résultant de la dérivation de la série géométrique $\sum_t (1-\rho)^t = (1-\rho)/\rho$ par rapport à ρ ; le départ est compté à la fin de l'année où il survient. Une rotation de 9,4 % correspond ainsi à une occupation espérée de 10,6 années supplémentaires, une rotation de 8,5 % à 11,8 années, une rotation de 15 % à 6,7 années. Les taux de rotation publiés par la SCHL pour octobre 2025 s'étagent, pour l'ensemble des appartements d'initiative privée, de 9,4 % dans la région de Montréal à 13,0 % dans celle de Québec, 12,0 % à Sherbrooke, 10,1 % à Trois-Rivières et 12,6 % au Saguenay ; dans la région de Montréal, ils décroissent avec la taille du logement, de 14,2 % pour les studios à 6,9 % pour les logements de trois chambres et plus, et ils sont de 8,5 % dans les immeubles de six à dix-neuf logements (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Ces taux portent sur l'ensemble du parc ; dans un immeuble où la moitié des locataires paient nettement moins que le marché, la rotation est vraisemblablement plus faible, puisque ces locataires ont le plus à perdre à partir. L'hypothèse d'indépendance entre rotation et ancienneté est donc une simplification favorable au locateur, que la section 26.9 relâche en faisant varier ρ.

Proposition 26.1 : Valeur actuelle espérée de l'écart contractuel d'un logement sous rotation géométrique

Soit un logement dont l'écart contractuel net de l'inoccupation vaut Δ_{j1} la première année, reçu avec certitude parce que le bail court jusqu'à son terme, et dont l'écart croît ensuite au taux g tant que le locataire reste, la probabilité qu'il reste une année de plus étant $1-\rho$. Si $(1-\rho)(1+g) < 1+r$, la valeur actuelle espérée de l'écart, au taux r, est

$$\mathrm{E}[VA_j] = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\Delta_{j1}\,[(1-\rho)(1+g)]^{t-1}}{(1+r)^t} = \frac{\Delta_{j1}}{r-g+\rho\,(1+g)}. \tag{26.9}$$

Démonstration. L'écart de l'année t vaut $\Delta_{j1}(1+g)^{t-1}$ s'il est encore versé, ce qui survient avec probabilité $(1-\rho)^{t-1}$ puisque le premier écart est certain ; son espérance est donc $\Delta_{j1}[(1-\rho)(1+g)]^{t-1}$. La somme actualisée est une série géométrique de premier terme $\Delta_{j1}/(1+r)$ et de raison $q = (1-\rho)(1+g)/(1+r) < 1$, dont la somme est $\Delta_{j1}/[(1+r)(1-q)]$. Or $(1+r)(1-q) = 1+r-(1-\rho)(1+g) = r-g+\rho(1+g)$, ce qui établit le résultat. Lorsque $\rho = 0$, la formule redonne la capitalisation perpétuelle $\Delta_{j1}/(r-g)$; lorsque $\rho = 1$, elle redonne le seul premier écart actualisé, $\Delta_{j1}/(1+r)$. □

L'équation (26.9) est celle du chapitre 2 pour l'écart agrégé ; son application logement par logement n'ajoute rien à la somme, puisque la formule est linéaire en Δ_{j1}, mais elle permet d'attribuer la décote à chaque bail et de la confronter à la situation de chaque locataire, ancienneté, âge, loyer, protection éventuelle de l'article 1959.1. Elle se lit comme une capitalisation à un taux majoré de la rotation : le dénominateur $r-g+\rho(1+g)$ vaut 0,037 5 sans rotation pour les paramètres du cas 3, 0,134 8 à 9,4 % et 0,192 8 à 15 %. Elle se compare aussi à l'annuité certaine d'une durée égale à l'espérance $1/\rho$, c'est-à-dire à la formule du chapitre 2 appliquée avec $n_j = \mathrm{E}[n]$: les deux ne coïncident pas, parce que l'actualisation est convexe et que l'écart croît, et l'exercice 26.4 en mesure la différence.

26.4.4 Les déterminants juridiques de la rotation

La rotation n'est pas qu'un paramètre statistique : le droit la façonne, et quatre évolutions récentes doivent entrer dans le jugement de l'évaluateur. La première concerne la cession de bail. Le droit commun permet au locataire de sous-louer ou de céder son bail avec l'avis et le consentement du locateur, qui ne peut refuser sans motif sérieux et doit indiquer ses motifs dans les quinze jours (Québec 1991, art. 1870 et 1871), ne peut exiger que le remboursement de ses dépenses raisonnables (Québec 1991, art. 1872), la cession déchargeant l'ancien locataire (Québec 1991, art. 1873). Pendant des années, ce mécanisme a permis la transmission des baux anciens à loyer bas d'un locataire à l'autre, de sorte qu'un départ n'entraînait pas de retour au marché. Depuis le 21 février 2024, l'avis de cession d'un bail de logement doit indiquer la date prévue de la cession, et le locateur « peut refuser d'y consentir pour un motif autre qu'un motif sérieux », auquel cas « le bail est alors résilié à la date de cession indiquée » (Québec 1991 ; Québec 2024b, art. 1978.1 et 1978.2) ; le locataire qui cède ne peut exiger de contrepartie (Québec 1991, art. 1978.3) et celui qui sous-loue ne peut exiger plus que le loyer qu'il verse, outre les services et l'usage de ses meubles (Québec 1991, art. 1978.4). Les avis transmis avant le 21 février 2024 demeurent régis par l'ancien droit (Québec 2024b, art. 86). Pour l'analyse de l'état locatif, l'effet est net : un départ par cession devient, au

choix du locateur, un départ tout court, et la rotation effective des loyers se rapproche de la rotation des occupants.

La deuxième concerne la reprise et l'éviction, qui sont les seuls départs que le locateur puisse provoquer en dehors de la résiliation pour défaut. Le locateur personne physique peut reprendre un logement pour l'habiter ou y loger un ascendant ou un descendant au premier degré, un parent ou un allié dont il est le principal soutien, ou un ex-conjoint (Québec 1991, art. 1957) ; le propriétaire d'une part indivise ne le peut que si l'unique autre indivisaire est son conjoint (Québec 1991, art. 1958), ce qui ferme la reprise aux immeubles détenus par une société ou par plusieurs investisseurs. Le locateur peut évincer pour subdiviser le logement, l'agrandir substantiellement ou en changer l'affectation (Québec 1991, art. 1959), mais non lorsque le locataire ou son conjoint est âgé de 65 ans ou plus, occupe le logement depuis au moins dix ans et a un revenu égal ou inférieur à 125 pour cent du revenu maximal d'admissibilité à un logement à loyer modique, sous réserve d'exceptions (Québec 1991 ; Québec 2024a, art. 1959.1, mod. 2024, c. 23). Les avis doivent être donnés six mois avant l'expiration d'un bail à durée fixe (Québec 1991, art. 1960), indiquer la date, le bénéficiaire et le motif et reproduire l'article 1959.1 (Québec 1991, art. 1961) ; depuis le 21 février 2024, le silence du locataire dans le mois vaut refus (Québec 1991, art. 1962), et le locateur doit alors obtenir l'autorisation du tribunal en démontrant qu'il entend réellement reprendre le logement ou l'évincer pour la fin indiquée (Québec 1991, art. 1963). Le logement repris ou libéré par éviction ne peut être loué ou utilisé à une autre fin sans l'autorisation du tribunal, qui fixe alors le loyer (Québec 1991, art. 1970).

La troisième est le moratoire. « Malgré l'article 1959 du Code civil, aucun locataire ne peut être évincé d'un logement avant le 6 juin 2027 aux fins prévues à cet article » (Québec 2024a, art. 1) ; le gouvernement peut soustraire des territoires à cette règle, et le moratoire prend fin par anticipation soixante jours après un avis ministériel si le taux d'inoccupation mesuré par la SCHL pour les centres de dix mille habitants et plus atteint trois pour cent (Québec 2024a, art. 2 et 11). Au 31 octobre 2026, aucun avis de fin anticipée n'avait été repéré. La quatrième est l'indemnité d'éviction. Lorsqu'une éviction est permise, le locateur paie au locataire des frais raisonnables de déménagement et « une indemnité équivalente à un mois de loyer pour chaque année de location ininterrompue », qui ne peut être inférieure à trois mois ni excéder vingt-quatre mois de loyer, le tribunal pouvant accorder davantage (Québec 1991, art. 1965, mod. 2024, c. 2). Pour un locataire d'ancienneté a années et de loyer mensuel L, l'indemnité minimale est donc

$$I = L \cdot \min\{24,\ \max\{3,\ a\}\} + F, \tag{26.10}$$

où F désigne les frais de déménagement ; pour le locataire du logement 103 du cas 3, en place depuis dix-huit ans à 728 $, elle serait de dix-huit mois de loyer, soit 13 104 $, avant les frais. Ces règles ont une conséquence que le chapitre 47 a tirée pour le dossier du cas 3 : aucune stratégie de repositionnement fondée sur des évictions ne peut être valorisée dans la valeur marchande d'un immeuble occupé ; le scénario de base est la continuation de l'exploitation avec rattrapage au gré des départs volontaires, et la rotation retenue doit refléter la composition du locatariat, notamment la part des locataires âgés protégés.

26.5 Services inclus et normalisation des loyers

26.5.1 Le problème et la règle

Deux loyers ne sont comparables que s'ils rémunèrent les mêmes prestations. Le formulaire de bail distingue les services, accessoires et dépendances inclus dans le loyer, chauffage, eau chaude, électricité, stationnement, rangement, électroménagers, accès à une buanderie, déneigement d'une case, et le Code soumet ces accessoires au régime du bail de logement (Québec 1991, art. 1892). Dans un même immeuble ancien, il est courant que les baux les plus vieux incluent le chauffage, parce que l'immeuble était chauffé à l'eau chaude par une chaudière centrale, et que les baux récents l'excluent après la conversion à des plinthes électriques payées par le locataire. Comparer les loyers de ces baux entre eux, ou avec des loyers de marché observés sous une convention différente, exige de les ramener à une base commune. La base de l'ouvrage est le **loyer nu**, c'est-à-dire le loyer qui ne comprend aucun service dont le coût dépend de la consommation du locataire ni aucun accessoire optionnel ; le stationnement en est retranché lorsqu'il est facturé séparément sur le marché local, et conservé lorsqu'il est d'usage inclus.

La règle de normalisation est additive. Si le bail du logement j inclut l'ensemble de services $s \in \mathcal{S}$, repérés par des indicatrices δ_{js}, et que chaque service a une valeur mensuelle c_s,

$$L_j^{\text{nu}} = L_j - \sum_{s \in \mathcal{S}} \delta_{js}\, c_s, \tag{26.11}$$

et l'opération inverse, qui reconstitue un loyer « tout inclus » à partir d'un loyer nu, additionne les mêmes valeurs. La question difficile est celle de c_s. En principe, l'ajustement devrait mesurer ce que le marché paie pour le service, c'est-à-dire la différence de loyer entre deux logements identiques dont l'un inclut le service et l'autre non, mesurée par paires ou par régression selon les méthodes du chapitre 17. En pratique, cette différence est rarement observable avec précision, et l'on se rabat sur le coût que le service représente pour celui qui le paie, le locateur ou le locataire, en gardant à l'esprit que le coût sous-estime la valeur lorsque le service est inclus, parce que le locataire qui ne paie pas sa consommation consomme davantage, phénomène bien documenté pour le chauffage. Pour l'électricité, le coût est calculable avec une précision suffisante à partir de la structure tarifaire publique ; pour le chauffage au gaz ou au mazout, à partir des factures du locateur ; pour le stationnement, à partir des loyers de cases facturées séparément dans le quartier.

26.5.2 Un exemple chiffré : le tarif D d'Hydro-Québec

Le tarif domestique D d'Hydro-Québec en vigueur le 1er avril 2026 comporte une redevance d'abonnement de 46,154 ¢ par jour, un prix de 7,065 ¢ par kilowattheure pour l'énergie consommée jusqu'à concurrence de 40 kilowattheures par jour, et un prix de 11,142 ¢ par kilowattheure au-delà (Hydro-Québec 2026b) ; la Régie de l'énergie a autorisé une hausse de 3,0 % pour la clientèle domestique en 2026 et annoncé des hausses de 3,0 % en 2027 et de 2,6 % en 2028 (Régie de l'énergie 2026). Pour une période de facturation de d jours et une consommation q,

$$C(q, d) = a\, d + p_1 \min\{q,\ 40\, d\} + p_2 \max\{q - 40\, d,\ 0\}, \tag{26.12}$$

avec $a = 0{,}46154$, $p_1 = 0{,}07065$ et $p_2 = 0{,}11142$ dollars, hors taxes de vente. La structure à deux tranches est essentielle : un logement chauffé à l'électricité dépasse le seuil de 40 kilowattheures par jour en hiver et paie alors une part de sa consommation au prix supérieur,

de sorte que le coût annuel n'est pas proportionnel à la consommation et qu'un calcul fondé sur un prix moyen se trompe.

Aucune statistique officielle de la facture moyenne d'un logement n'a pu être vérifiée pour ce chapitre, la Régie ne publiant que les hausses mensuelles estimées. L'exemple repose donc sur une hypothèse de travail déclarée : un 4½ d'environ 70 mètres carrés chauffé à l'électricité consomme 12 000 kilowattheures par an selon un profil mensuel pointu en hiver, de 1 900 kilowattheures en janvier à 500 en juillet et en août. Le tableau 26.5 et la figure 26.4 donnent le coût mensuel qui en résulte. Trois mois dépassent le seuil de la première tranche, pour 1 400 kilowattheures facturés au prix supérieur ; le coût annuel est de 1 073,34 $, soit 89,45 $ par mois en moyenne, 8,94 ¢ par kilowattheure toutes composantes comprises, et la redevance représente 15,7 % du total. Le coût de janvier, 175,45 $, est trois fois et demie celui de juillet, 49,63 $. Si un comparable de 4½ est offert à 1 450 $ par mois chauffé et éclairé, son loyer nu équivalent est de $1450 - 89{,}45 = 1\,360{,}55$ $; c'est ce chiffre, et non 1 450 $, qui se compare aux loyers de marché nus de 1 240 $ à 1 478 $ estimés pour les 4½ du cas 3. Pour une projection, le coût mensuel indexé de la hausse de 3,0 % de 2027 serait de 92,13 $, approximation qui applique la hausse moyenne à toutes les composantes du tarif.

Tableau 26.5. Coût mensuel de l'électricité d'un 4½ chauffé à l'électricité au tarif D du 1er avril 2026, pour un profil hypothétique de 12 000 kWh par an (hors taxes de vente ; T1 : première tranche, jusqu'à 40 kWh par jour ; T2 : seconde tranche)

Mois	kWh	Jours	Redevance ($)	T1 (kWh)	T2 (kWh)	T1 ($)	T2 ($)	Total ($)
Janvier	1 900	31	14,31	1 240	660	87,61	73,54	175,45
Février	1 700	28	12,92	1 120	580	79,13	64,62	156,67
Mars	1 400	31	14,31	1 240	160	87,61	17,83	119,74
Avril	1 000	30	13,85	1 000	0	70,65	0,00	84,50
Mai	700	31	14,31	700	0	49,46	0,00	63,76
Juin	550	30	13,85	550	0	38,86	0,00	52,70
Juillet	500	31	14,31	500	0	35,33	0,00	49,63
Août	500	31	14,31	500	0	35,33	0,00	49,63
Septembre	600	30	13,85	600	0	42,39	0,00	56,24
Octobre	850	31	14,31	850	0	60,05	0,00	74,36
Novembre	1 150	30	13,85	1 150	0	81,25	0,00	95,09
Décembre	1 150	31	14,31	1 150	0	81,25	0,00	95,56
Année	12 000	365	168,46	10 600	1 400	748,89	155,99	1 073,34

Source : Structure tarifaire : (Hydro-Québec 2026b), section 2.5, consulté le 31 octobre 2026 ; profil de consommation : hypothèse de travail de l'auteur ; calculs `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py` (fonction `normalisation_electricite`).

L'exemple enseigne une méthode plus qu'un chiffre. Le coût d'un service inclus se calcule à partir de sa structure tarifaire et d'un profil de consommation qui doit être déclaré, idéalement tiré des factures du logement ou de logements semblables ; la hausse tarifaire annoncée s'applique à la projection ; et la normalisation se fait avant toute comparaison, qu'il s'agisse d'estimer le loyer de marché d'un logement du sujet à partir de comparables ou de comparer les loyers des logements du sujet entre eux. Lorsque le chauffage est fourni par une installation centrale du locateur, le coût à retrancher est la part du logement dans la facture de l'immeuble,

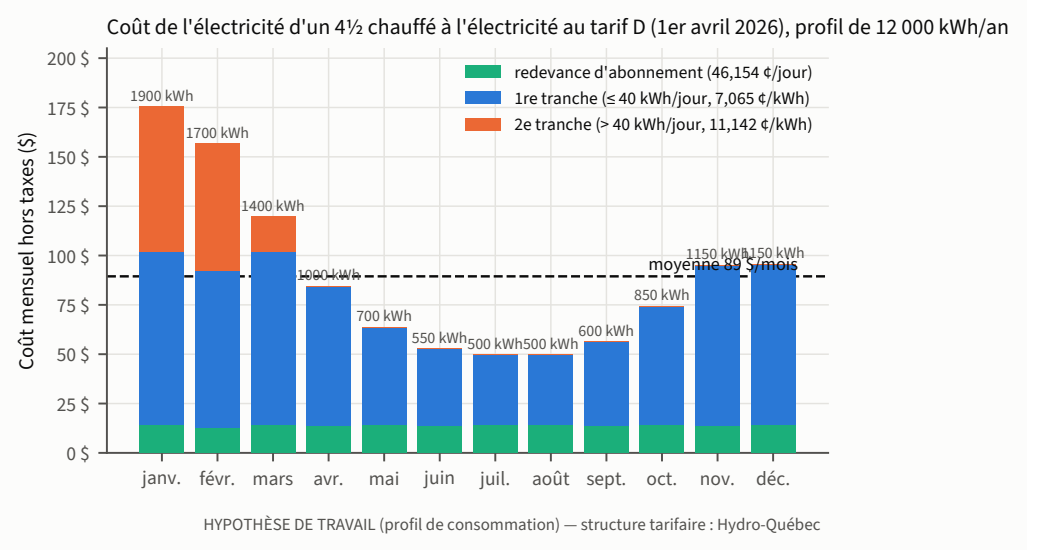


Figure 26.4. Décomposition du coût mensuel d'électricité d'un 4½ chauffé à l'électricité au tarif D entre la redevance d'abonnement, la première tranche et la seconde tranche, pour un profil hypothétique de 12 000 kWh par an ; la seconde tranche n'apparaît qu'en janvier, février et mars, et la moyenne annuelle de 89,45 $ par mois est le montant à retrancher d'un loyer « chauffé-éclairé » pour obtenir le loyer nu équivalent.
Source : Structure tarifaire : (Hydro-Québec 2026b) ; profil de consommation : hypothèse de travail ; `analysis/python/figures/ch26_figures.py`.

et le chapitre 28 en traite la projection comme dépense d'exploitation ; lorsqu'il est à la charge du locataire, le loyer est déjà nu et aucune correction ne s'applique, mais la dépense d'électricité de l'immeuble se limite aux aires communes. Le même raisonnement vaut pour le stationnement, dont la valeur se lit dans les loyers de cases facturées séparément lorsque le marché local en offre, et pour les électroménagers fournis, dont la valeur mensuelle est le coût de remplacement amorti sur leur durée de vie.

26.6 Vente de l'immeuble, cession et autres événements du bail

L'aliénation volontaire ou forcée d'un immeuble comportant un logement, ou l'extinction du titre du locateur, « ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail », qui est continué et peut être reconduit comme tout autre bail, le nouveau locateur ayant envers le locataire les droits et obligations résultant du bail (Québec 1991, art. 1937). Cette règle, que le chapitre 2 a placée au fondement de la distinction entre le droit du locateur et la pleine propriété, a pour l'analyse de l'état locatif trois conséquences pratiques. L'acquéreur hérite des baux tels qu'ils sont, y compris des avis de modification déjà transmis par le vendeur pour le terme à venir, des refus reçus et des demandes pendantes devant le Tribunal ; un avis transmis en janvier pour un terme du 30 juin produit ses effets au profit de l'acquéreur qui prend possession en avril, et un vendeur qui n'a transmis aucun avis a reconduit les baux aux conditions antérieures pour l'année qui suit, ce qui doit se lire dans la projection. L'acquéreur hérite aussi des services inclus et des accessoires que les baux promettent, même si le vendeur les fournissait de façon informelle. Et il hérite des situations litigieuses, arriérés, demandes de

réduction de loyer pour perte de services, ordonnances d'exécution de travaux. L'ajustement des loyers perçus d'avance et des dépôts n'existe pas au Québec au-delà du prorata du loyer du mois de la signature, puisque le dépôt est interdit (Québec 1991, art. 1904).

L'hypothèque des loyers mérite une vérification distincte. L'hypothèque immobilière peut grever les loyers présents et à venir de l'immeuble ainsi que les indemnités d'assurance qui les remplacent ; elle est publiée au registre foncier (Québec 1991, art. 2695). En présence d'un préavis d'exercice d'un droit hypothécaire, le créancier peut percevoir les loyers, et l'état locatif doit indiquer à qui les locataires paient. Pour l'évaluation de la pleine propriété, l'hypothèque ne réduit pas la valeur, comme le chapitre 2 l'a rappelé, mais la consultation de l'index des immeubles fait partie de la vérification des titres pour les immeubles de six logements et plus, où ces hypothèques sont courantes (Québec 1991, § 2.2).

Parmi les autres événements du bail, deux concernent directement la lecture des loyers. La sous-location, qui laisse le locataire principal dans le bail, ne change rien au loyer que le locateur perçoit, mais le sous-locataire peut demander la fixation dans les conditions de l'article 1950 et le locataire qui a sous-loué plus de douze mois perd son droit au maintien dans les lieux, le locateur pouvant alors demander au tribunal de mettre fin au bail (Québec 1991, art. 1947). La cohabitation et le décès emportent, pour le conjoint ou le proche qui habitait avec le locataire depuis au moins six mois, le droit au maintien dans les lieux et la qualité de locataire aux mêmes conditions (Québec 1991, art. 1938) ; un tel occupant n'est pas un nouveau locataire au sens de l'article 1950 (Québec 1991, art. 1951), et son loyer ne rejoint pas le marché. Ces règles rappellent que la durée de l'écart contractuel n'est pas celle de la vie du locataire nommé au bail, mais celle de l'occupation du ménage.

Le registre des loyers et la section G

Le Québec ne tient pas de registre public des loyers ; l'information sur le loyer précédent circule par l'avis de l'article 1896, dont la fausse déclaration ou l'omission délibérée est sanctionnée depuis 2024 par des dommages-intérêts punitifs (Québec 1991 ; Québec 2024b, art. 1896). Pour l'évaluateur, cela signifie que la relocation au loyer de marché n'est jamais certaine : le nouveau locataire informé du loyer précédent peut demander la fixation dans les dix jours (Québec 1991, art. 1950), et le Tribunal fixe alors le loyer selon les critères du règlement à partir du loyer précédent, sans égard à la valeur locative de marché (Tribunal administratif du logement 2026f). La pratique montre que ce recours est peu exercé dans les marchés tendus, où le nouveau locataire craint pour sa relation avec le locateur, et davantage dans les marchés détendus. La projection d'une relocation au loyer de marché est donc une hypothèse, raisonnable dans la plupart des cas, qu'un évaluateur prudent documente et dont il teste la sensibilité ; le dossier du cas 3 au chapitre 47 la soumet à une simulation. Les textes cités ont été consultés le 31 octobre 2026 sur LégisQuébec et sur le site du Tribunal.

26.7 Baux commerciaux au rez-de-chaussée : les bases

Les immeubles mixtes des artères commerçantes de Montréal, de Québec ou de Sherbrooke comportent un ou deux locaux au rez-de-chaussée et des logements aux étages. Le local commercial n'est pas un logement : son bail relève du droit commun du louage et de la liberté contractuelle, hors du régime d'ordre public des articles 1892 et suivants, et il n'est ni

reconduit de plein droit au sens de l'article 1941 ni soumis à la fixation. Le bail à durée fixe cesse de plein droit à l'arrivée du terme (Québec 1991, art. 1877) ; il est reconduit tacitement, pour un an ou pour la durée initiale si elle était inférieure à un an, si le locataire demeure plus de dix jours après l'expiration sans opposition du locateur (Québec 1991, art. 1879) ; la cession et la sous-location suivent les articles 1870 à 1873, et les parties peuvent convenir que la cession ne décharge pas l'ancien locataire (Québec 1991, art. 1873). Cette liberté explique que les baux commerciaux soient longs, de trois à dix ans, assortis d'options de renouvellement à des conditions prédéterminées ou « au loyer du marché alors en vigueur », et qu'ils répartissent entre les parties les dépenses de l'immeuble de manières très variées.

Le vocabulaire de cette répartition est le premier obstacle. Le **loyer brut** comprend toutes les dépenses de l'immeuble, que le locateur assume ; le **loyer net** laisse au locataire une partie des dépenses, et la pratique distingue des degrés, le locataire assumant les taxes foncières, puis les assurances, puis l'entretien et les frais d'exploitation des aires communes, jusqu'au bail dit « net net net » où il assume la quasi-totalité des charges d'exploitation et parfois les réparations structurales. Le loyer stipulé au bail se compose alors d'un **loyer de base**, souvent exprimé en dollars par pied carré ou par mètre carré de superficie locative par année, et d'un **loyer additionnel** qui rembourse au locateur la part du locataire dans les dépenses récupérables, taxes, assurances et frais d'exploitation. Pour comparer des baux de structures différentes, l'évaluateur les ramène tous à une base nette équivalente,

$$L^{\text{net}} = L^{\text{brut}} - E_r, \qquad \ell^{\text{net}} = \frac{L^{\text{net}}}{S}, \tag{26.13}$$

où E_r désigne les dépenses que le locateur assume dans un bail brut et qu'il récupérerait dans un bail net, et S la superficie locative ; le loyer net au mètre carré ℓ^{net} est l'unité de comparaison usuelle. Le bail stipule aussi, fréquemment, un **loyer en pourcentage** des ventes du commerce au-delà d'un seuil, des périodes de gratuité au début du bail, des allocations d'aménagement versées par le locateur, et des clauses d'indexation annuelle sur l'indice des prix à la consommation ou à taux fixe. Les concessions s'actualisent sur la durée du bail pour obtenir un loyer effectif comparable, l'équation (26.2) devenant une annuité.

L'analyse d'un bail commercial diffère de celle d'un bail de logement par ses risques autant que par ses règles. Le revenu est fixé contractuellement pour plusieurs années, ce qui le rend plus certain que celui des logements tant que le locataire est solvable, et plus incertain au-delà, puisque le local peut rester vacant des mois et exiger des travaux d'aménagement à la relocation ; la qualité du crédit du locataire, la pertinence de son commerce pour l'artère, la durée résiduelle du bail et le caractère des options de renouvellement sont des déterminants de valeur qui n'ont pas d'équivalent résidentiel. Du côté des dépenses, le local commercial est exclu de la répartition des dépenses d'immobilisation en fixation des loyers des logements : le règlement ne lui attribue « aucune part » (Québec 1985c, art. 5), et le formulaire de renseignements nécessaires isole les revenus des locaux non résidentiels sur des lignes distinctes (Tribunal administratif du logement 2025b). Les taxes foncières, enfin, frappent la partie non résidentielle à un taux différent dans les municipalités à taux variés, question que le chapitre 9 a traitée et que le chapitre 28 applique aux dépenses. Le chapitre s'en tient à ces bases : aucun loyer commercial de marché n'y est avancé, parce qu'aucune source publique vérifiable n'en publie pour les artères québécoises, et l'évaluateur qui en a besoin les extrait des baux comparables qu'il peut consulter. L'exercice 26.7 illustre le passage du brut au net et la comparaison de la valeur actuelle d'un flux commercial fixe avec celle d'un flux résidentiel indexé.

26.8 Exemple intégral : analyser l'état locatif du cas 3 et du cas 2

Exemple 26.1 : Analyse de l'état locatif d'un immeuble de douze logements à Montréal et d'un triplex à Québec

L'exemple reprend le cas 3 à la date d'évaluation du 1er septembre 2026 et le prolonge par le triplex du cas 2. Les paramètres de projection sont ceux du dossier : taux d'actualisation de 7,25 %, croissance des loyers de marché de 3,5 %, inoccupation et mauvaises créances de 3,9 %, rotation de 15 % par an. L'analyse procède en six étapes ; chaque chiffre est produit par `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py`.

Étape 1 : la position des loyers en place. Les tableaux 26.3 et 26.4 ont établi que le revenu brut potentiel contractuel est de 165 540 $ contre 186 036 $ au marché, soit un écart de 20 496 $ par an, 11,0 % du revenu de marché, et un écart mensuel moyen de 142,33 $ par logement. La distribution est bimodale : quatre baux récents à deux pour cent du marché ou moins, cinq baux de 2018 à quinze pour cent, deux baux anciens à vingt-deux et trente pour cent. L'évaluateur retient de cette lecture que le retard n'est pas diffus mais structuré par l'année d'entrée, ce qui oriente l'analyse de la rotation vers les cohortes.

Étape 2 : la durée espérée de l'écart. Sous une rotation constante, l'équation (26.8) donne une occupation restante espérée de 6,7 années pour la rotation de 15 % du dossier, de 10,6 années pour la rotation de 9,4 % observée dans la région de Montréal et de 11,8 années pour celle de 8,5 % des immeubles de six à dix-neuf logements (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Le volet (a) de la figure 26.3 montre que sept des douze locataires ont déjà une ancienneté égale ou supérieure à la durée médiane d'occupation que ces rotations impliquent ; le modèle géométrique, qui ignore l'ancienneté, traite pourtant ces locataires comme les autres, et l'évaluateur doit se demander si les locataires de 2008 et de 2014, qui économisent respectivement 319 $ et 216 $ par mois, partiront au rythme moyen.

Étape 3 : la valeur actuelle de l'écart par logement. Le tableau 26.6 applique l'équation (26.9) à chaque logement, l'écart annuel de la première année étant pris net de l'inoccupation, $\Delta_{j1} = 12\,(L_j^m - L_j^c)(1 - 0{,}039)$, soit 19 697 $ pour l'immeuble. À la rotation de 15 %, la valeur agrégée de l'écart est de 102 188 $, le chiffre que le chapitre 2 avait obtenu par la formule agrégée ; à 9,4 %, elle est de 146 128 $ et à 8,5 % de 156 977 $, contre 525 244 $ sans aucune rotation. Le logement 103 porte à lui seul 19 085 $ à 15 % et 27 292 $ à 9,4 % ; le logement 104, reloué en 2025, 1 316 $ et 1 882 $. La figure 26.5 met ces montants en regard. Ces valeurs sont celles de la décote du droit du locateur par rapport à la pleine propriété libre de baux, sous l'hypothèse que les dépenses ne dépendent pas du niveau des loyers ; la projection logement par logement du module partagé, qui reloue d'abord les logements les plus en retard et fait varier la gestion avec le revenu, donne 27 146 $ au chapitre 2, et l'écart entre les deux chiffres mesure l'effet de l'ordre des départs, question sur laquelle les données ne tranchent pas.

Étape 4 : le loyer économique. Avec le taux global médian extrait des quarante ventes comparables du cas 3, 4,415 % (chapitre 29), et la valeur au rôle de 2 200 000 $ comme valeur de référence, l'équation (26.3) exige un revenu net de 97 130 $. Les dépenses normalisées hors gestion et hors réserve sont de 63 647,43 $, la réserve de 8 103 $,

la gestion imputée à quatre pour cent du revenu brut effectif et les autres revenus de 9 360 $; le revenu brut effectif requis est de 175 917 $ et le revenu brut potentiel requis de 173 316 $, soit un loyer économique de 1 203,59 $ par mois et par logement. Le loyer contractuel moyen, 1 149,58 $, lui est inférieur de 54 $; le loyer de marché moyen, 1 291,92 $, lui est supérieur de 88 $. La lecture est immédiate : au taux du marché, la valeur au rôle n'est soutenue que par des loyers situés entre les loyers en place et les loyers de marché, ce qui est cohérent avec la règle de l'article 45.1 de la Loi sur la fiscalité municipale, qui évalue l'immeuble au rôle comme si le vendeur détenait les droits des locataires (chapitres 2 et 9), et avec une date de référence antérieure de vingt-six mois. Appliquée à la valeur par capitalisation directe du revenu contractuel, 2 037 503 $, la même chaîne redonne exactement 1 149,58 $, ce que le test du chapitre vérifie.

Étape 5 : la normalisation d'un comparable. Pour estimer le loyer de marché des 4½ du cas 3, l'évaluateur dispose d'un comparable fictif offert à 1 450 $ par mois chauffé et éclairé. Avec le profil de consommation du tableau 26.5, le coût mensuel moyen de l'électricité au tarif D est de 89,45 $ et le loyer nu équivalent de 1 360,55 $, qui se situe dans la fourchette des loyers de marché nus retenus pour les 4½, de 1 240 $ à 1 478 $, et au-dessus de leur moyenne. Si le comparable incluait en outre un stationnement que les baux du sujet facturent séparément, sa valeur mensuelle, extraite des cases louées isolément dans le quartier, se retrancherait de même ; aucune valeur de stationnement n'est avancée ici faute de source vérifiable.

Étape 6 : le calendrier. Les douze baux échoient le 30 juin 2027. Si l'acquéreur prend possession le 1er septembre 2026, c'est lui qui transmettra les avis de modification entre le 30 décembre 2026 et le 30 mars 2027 et qui recevra les refus éventuels jusqu'au 30 avril, et c'est lui qui devra saisir le tribunal avant le 30 mai pour les baux refusés (figure 26.1). La projection du chapitre 30 suppose une indexation de 3,1 % des loyers en place à compter du 1er juillet 2027 ; l'évaluateur note que ce pourcentage est celui de 2026 et que celui de 2027 n'est pas publié, et qu'un acquéreur qui laisserait passer la fenêtre d'avis reconduirait les douze baux aux conditions de 2026, perdant une année d'indexation, soit environ 5 100 $ de revenu.

Le triplex du cas 2. Le tableau 26.7 applique la même lecture au triplex de Limoilou. Le revenu brut potentiel contractuel est de 41 832 $ contre 49 332 $ au marché, soit un écart de 7 500 $ par an et de 15,2 %, plus élevé que celui du cas 3 parce que le bail du rez-de-chaussée, en place depuis 2019, est à 26,8 % sous le marché estimé ; le logement du troisième étage, reloué en 2025, est au marché. L'ancienneté moyenne est de quatre ans et deux baux sur trois sont à plus de dix pour cent sous le marché. Avec trois logements, la rotation ne se modélise pas par une fraction annuelle : chaque départ est un événement discret, et l'évaluateur raisonne par scénarios de départ du locataire du rez-de-chaussée, dont l'écart de 383 $ par mois vaut, par l'équation (26.9) à 7,25 %, 3,5 % et une rotation de 13,0 %, celle de la région de Québec (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), environ 26 000 $. Le chapitre 32 reprend le triplex dans l'optique de l'acheteur occupant, pour qui le logement du rez-de-chaussée vaut aussi par la possibilité de reprise de l'article 1957, et le chapitre 46 en dresse le dossier complet.

Tableau 26.6. Cas 3 : valeur actuelle espérée de l'écart contractuel de chaque logement, en dollars, selon la rotation annuelle ρ (taux d'actualisation 7,25 %, croissance de l'écart 3,5 %, écart de première année Δ_{j1} net de l'inoccupation de 3,9 % ; données synthétiques)

Logement	Anc. (ans)	Δ_{j1} ($)	$\rho = 8{,}5\,\%$	$\rho = 9{,}4\,\%$	$\rho = 15\,\%$	$\rho = 0$
104	1	254	2 022	1 882	1 316	6 765
301	1	323	2 573	2 396	1 675	8 611
202	2	565	4 503	4 192	2 932	15 068
304	2	773	6 158	5 732	4 009	20 604
303	3	1 107	8 823	8 213	5 744	29 522
101	5	1 130	9 007	8 384	5 863	30 137
201	8	2 318	18 473	17 197	12 026	61 812
203	8	2 364	18 841	17 539	12 265	63 042
204	8	2 156	17 187	15 999	11 188	57 506
302	8	2 537	20 219	18 822	13 162	67 654
102	12	2 491	19 852	18 480	12 923	66 424
103	18	3 679	29 318	27 292	19 085	98 099
Total	6,3	19 697	156 977	146 128	102 188	525 244

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py` (fonction `va_ecart_logements`), graine 20261031 ; (26.9) ; la colonne « sans rotation » est $\Delta_{j1}/(r-g)$. Les totaux à 15 % et sans rotation coïncident avec ceux du chapitre 2.

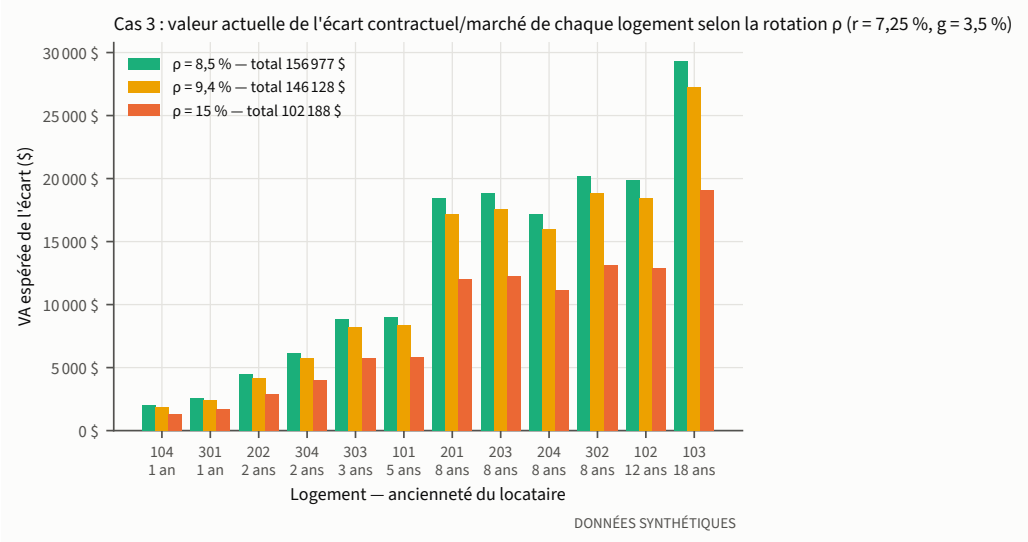


Figure 26.5. Cas 3 : valeur actuelle espérée de l'écart contractuel de chaque logement pour des rotations de 8,5 %, 9,4 % et 15 %, les logements étant classés par ancienneté du locataire ; la décote agrégée passe de 156 977 $ à 102 188 $ lorsque la rotation passe du taux observé pour les immeubles de six à dix-neuf logements de Montréal à l'hypothèse du dossier, et le logement 103 en porte près du cinquième.

Source : [données synthétiques] `analysis/python/figures/ch26_figures.py`, graine 20261031 ; taux de rotation : (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b).

Tableau 26.7. État locatif du triplex du cas 2 (Limoilou, Québec) au 1er septembre 2026 : loyers mensuels contractuel et de marché (données synthétiques)

Logement	Type	m²	Anc. (ans)	Contrat ($)	Marché ($)	Écart ($)	Écart (%)	Ratio
Rez-de-chaussée	5½	92	7	1 047	1 430	383	26,8	0,732
2e étage	5½	92	4	1 188	1 430	242	16,9	0,831
3e étage	4½	78	1	1 251	1 251	0	0,0	1,000
Total		262	4,0	3 486	4 111	625	15,2	0,848

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py` (fonction `cas2_etat`, revenus par `traite.cas2.revenus`), graine 20261031 ; revenu brut potentiel annuel 41 832 $ (contrat) et 49 332 $ (marché) ; baux débutés les 1er juillet 2019, 2022 et 2025 ; chauffage non inclus ; ligne « Total » : ancienneté moyenne, sommes, écart et ratio pondérés.

26.9 Sensibilité : rotation, croissance et taux

La valeur de l'écart contractuel dépend de trois paramètres que l'état locatif ne contient pas : la rotation ρ, la croissance g de l'écart et le taux d'actualisation r. Le tableau 26.8 fait varier la rotation de 5 % à 25 % pour trois taux d'actualisation et trois taux de croissance, l'écart net de première année étant fixé à 19 697 $. Le résultat principal est que la rotation domine : à 7,25 % et 3,5 %, la valeur agrégée de l'écart passe de 220 691 $ à 5 % de rotation à 66 487 $ à 25 %, un rapport de un à trois virgule trois, et à 525 244 $ sans rotation. Le taux d'actualisation compte peu : à 15 % de rotation, l'écart vaut 107 779 $ à 6,25 % et 97 148 $ à 8,25 %, soit une variation de dix pour cent pour deux cents points de base, parce que la rotation raccourcit la durée effective des flux et que l'actualisation pèse peu sur des flux courts. La croissance de l'écart compte peu également, pour la même raison : à 15 % de rotation, l'écart vaut 97 872 $ si l'écart croît de 2,5 % par an et 106 902 $ s'il croît de 4,5 %. L'ordre d'importance s'inverse à faible rotation : à 5 %, deux points de croissance font varier la valeur de 199 460 $ à 246 980 $.

Tableau 26.8. Sensibilité de la valeur actuelle agrégée de l'écart contractuel du cas 3 à la rotation annuelle, au taux d'actualisation et à la croissance de l'écart (écart net de première année 19 697 $; données synthétiques)

	Taux d'actualisation r ($g = 3{,}5\,\%$)			Croissance de l'écart g ($r = 7{,}25\,\%$)		
Rotation ρ (%)	6,25 % ($)	7,25 % ($)	8,25 % ($)	2,5 % ($)	3,5 % ($)	4,5 % ($)
5,0	248 538	220 691	198 455	199 460	220 691	246 980
8,5	170 571	156 977	145 390	146 308	156 977	169 324
9,4	157 838	146 128	136 036	136 925	146 128	156 658
15,0	107 779	102 188	97 148	97 872	102 188	106 902
25,0	68 809	66 487	64 316	64 845	66 487	68 214

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py` (fonction `sensibilite_va`), graine 20261031 ; (26.9) appliquée à l'écart agrégé ; sans rotation, la valeur est de 525 244 $ à $r = 7{,}25\,\%$ et $g = 3{,}5\,\%$.

La leçon méthodologique est que l'effort d'analyse doit porter sur la rotation. Les données publiques en donnent l'ordre de grandeur par région, par taille de logement et par taille d'immeuble ; l'état locatif en donne l'historique propre à l'immeuble, par les dates d'entrée

des locataires en place et, si le gestionnaire les conserve, par les dates de départ des locataires passés ; la composition du locatariat en module la projection, les locataires âgés protégés par l'article 1959.1 et les locataires à loyer très bas partant moins. L'évaluateur retient une rotation de base, la documente, et présente la valeur de l'écart pour une fourchette, exactement comme il le fait pour un taux de capitalisation. Lorsque la rotation est incertaine et l'écart important, le modèle géométrique peut être remplacé par une projection logement par logement avec des probabilités de départ propres à chaque bail, que le chapitre 40 traite par simulation.

Erreurs fréquentes

Capitaliser le revenu net calculé aux loyers de marché avec un taux extrait de ventes d'immeubles à baux en place, ou l'inverse, alors que l'acquéreur ne peut résilier les baux (Québec 1991, art. 1937) ; le chapitre 29 a chiffré l'erreur à plus de vingt pour cent sur le cas 3. Supposer que les loyers rejoindront le marché à la prochaine reconduction, alors que la fixation ne tient aucun compte de la valeur locative et que le locataire qui refuse reste dans les lieux. Traiter la rotation comme une donnée de marché transposable à tout immeuble, alors qu'elle dépend de la composition du locatariat et de l'écart lui-même. Comparer des loyers chauffés et des loyers nus sans normalisation, ou normaliser avec un prix moyen du kilowattheure qui ignore la seconde tranche du tarif. Inscrire un dépôt de garantie ou des loyers perçus d'avance dans l'analyse, alors que l'article 1904 les interdit. Confondre loyer demandé et loyer de marché, ou loyer fixé par le tribunal et loyer de marché. Omettre de vérifier les avis transmis et les demandes pendantes, de sorte que la projection suppose une indexation que le vendeur a déjà perdue en laissant passer la fenêtre d'avis. Valoriser un scénario de repositionnement fondé sur des évictions pendant le moratoire ou sans tenir compte des indemnités de l'article 1965. Attribuer une part des dépenses d'immobilisation au local commercial en fixation, alors que le règlement l'exclut.

Limites et mises en garde

Les douze baux du cas 3 et les trois du cas 2 sont synthétiques ; leur écart au marché suit une loi déclarée et ne mesure pas la dispersion réelle des loyers québécois. Le modèle de rotation géométrique suppose une probabilité de départ indépendante de l'ancienneté et de l'écart, hypothèse contredite par l'intuition économique et favorable au locateur ; les taux de rotation de la SCHL portent sur l'ensemble des appartements d'initiative privée et non sur les immeubles à loyers déprimés. La formule fermée de la valeur de l'écart suppose des dépenses indépendantes du niveau des loyers, ce qui n'est pas exact lorsque la gestion est imputée en pourcentage du revenu. Le profil de consommation d'électricité et le loyer du comparable chauffé-éclairé sont des hypothèses de travail, aucune facture moyenne officielle n'ayant pu être vérifiée ; les taxes de vente sont exclues et la hausse tarifaire de 2027 est appliquée uniformément à toutes les composantes du tarif, ce qui est une approximation. L'appellation « section G » du formulaire de bail est d'usage, les annexes du règlement sur les formulaires n'étant pas reproduites par LégisQuébec ; l'appellation « clause F » pour les restrictions de l'article 1955 n'a pas pu être vérifiée dans le règlement et n'est pas employée ici. Le pourcentage de base du Tribunal pour

2027 n'était pas publié au 31 octobre 2026, et l'état du moratoire de la Loi 65 doit être revérifié avant le 6 juin 2027. Aucun loyer commercial de marché n'est avancé, faute de source publique. Les dates du calendrier sont calculées en mois civils et peuvent différer d'un jour de la présentation usuelle du Tribunal. Enfin, le chapitre décrit le droit en vigueur au 15 octobre 2026 ; les règles du bail de logement ont été modifiées trois fois depuis 2024 et doivent être revérifiées à chaque mandat.

À retenir

- Le bail de logement est un régime d'ordre public : formulaire obligatoire, avis du loyer précédent, aucun dépôt, reconduction de plein droit, avis de modification de trois à six mois avant le terme, refus dans le mois, fixation par le Tribunal selon des critères qui ignorent la valeur locative de marché ; l'acquéreur achète les baux en place.
- Le loyer contractuel se lit, le loyer de marché s'estime pour un nouveau bail et les mêmes services, le loyer effectif corrige les concessions, le loyer économique mesure ce qu'une valeur de référence exige ; chacun a sa place dans l'approche du revenu et aucun ne remplace l'autre.
- L'état locatif s'analyse par l'écart moyen pondéré, la part des baux sous le marché à plusieurs seuils, la concentration de l'écart et l'ancienneté ; pour le cas 3, l'écart est de 11,0 %, porté à 44,2 % par trois baux, avec une ancienneté moyenne de 6,3 ans.
- La trajectoire des loyers en place est en deux régimes : indexation bornée par la fixation tant que le locataire reste, retour au marché à son départ ; pour un immeuble neuf, le loyer maximal des cinq ans inscrit au bail borne la trajectoire.
- La valeur actuelle espérée de l'écart d'un logement est $\Delta_{j1}/[r-g+\rho(1+g)]$: la rotation domine, le taux et la croissance comptent peu ; la cession, la reprise, l'éviction, le moratoire et l'indemnité de l'article 1965 façonnent la rotation.
- Les loyers se normalisent en loyers nus avant toute comparaison, à partir de la structure tarifaire des services inclus et d'un profil de consommation déclaré ; la seconde tranche du tarif D interdit l'usage d'un prix moyen.
- Le local commercial du rez-de-chaussée relève du droit commun : baux longs, loyer de base et loyer additionnel, base nette équivalente, risques de crédit et de vacance propres, exclusion de la répartition des dépenses d'immobilisation en fixation.

Exercices

Exercice 26.1 — Calendrier des avis ★

Un bail de douze mois court du 1er juillet 2026 au 30 juin 2027 ; un second bail, de six mois, court du 1er juillet au 31 décembre 2026. Pour chacun, indiquez la fenêtre pendant laquelle le locateur peut transmettre un avis de modification du loyer, la date limite de réponse du locataire si l'avis est reçu au dernier jour permis, la date limite de la demande de fixation en cas de refus à cette date, et la date limite d'un avis de reprise. Si

le logement est reloué le lendemain du terme, jusqu'à quelle date le nouveau locataire peut-il demander la fixation du loyer, avec et sans l'avis de l'article 1896 ? Citez les articles.

Exercice 26.2 — Indicateurs d'un état locatif ★

Un immeuble de six logements présente les loyers contractuels mensuels suivants, avec entre parenthèses le loyer de marché estimé et l'année d'entrée du locataire : 850 $ (1 100 $, 2012), 925 $ (1 100 $, 2016), 1 180 $ (1 300 $, 2021), 1 240 $ (1 300 $, 2025), 1 410 $ (1 550 $, 2019), 1 495 $ (1 550 $, 2024). À la date d'évaluation du 1er septembre 2026, calculez le revenu brut potentiel contractuel et au marché, l'écart moyen pondéré (26.4), la moyenne simple des ratios, la part des baux à plus de cinq, dix et vingt pour cent sous le marché (26.5), la concentration de l'écart sur les trois baux les plus en retard et l'ancienneté moyenne. Commentez la différence entre l'écart pondéré et la moyenne simple des ratios.

Exercice 26.3 — Normalisation d'un loyer chauffé-éclairé ★★

Un comparable de 4½ est offert à 1 500 $ par mois, chauffage et électricité inclus. On suppose une consommation annuelle de 14 000 kWh répartie selon le profil mensuel du tableau 26.5 multiplié par 14/12. À l'aide du tarif D du 1er avril 2026 (26.12), calculez le coût mensuel de chaque mois, le nombre de mois où la seconde tranche s'applique, le coût annuel, le coût mensuel moyen et le loyer nu équivalent (26.11). Comparez au cas de 12 000 kWh et 1 450 $ du chapitre et expliquez pourquoi le coût ne croît pas proportionnellement à la consommation.

Exercice 26.4 — Valeur de l'écart d'un bail ancien ★★

Le locataire du logement 103 du cas 3 paie 728 $ pour un logement dont le marché demande 1 047 $. Avec une inoccupation de 3,9 %, un taux d'actualisation de 7,25 % et une croissance de l'écart de 3,5 %, calculez la valeur actuelle espérée de l'écart (26.9) pour des rotations de 9,4 % et de 15 %, puis la durée espérée d'occupation $1/\rho$ (26.8) et la valeur d'une annuité certaine de l'écart de première année sur cette durée. Expliquez pourquoi les deux approches diffèrent et laquelle est cohérente avec le chapitre 2. Que vaudrait l'écart s'il était perpétuel ?

Exercice 26.5 — Loyer économique d'un triplex ★★

Pour le triplex du cas 2, le module partagé `traite.cas2` donne un revenu brut potentiel contractuel de 41 832 $, une inoccupation de 3 %, une gestion imputée à 4 % du revenu brut effectif, des dépenses normalisées hors gestion et hors réserve de 15 120 $, une

réserve de 1 800 $ et un taux global médian extrait des ventes de plex de 3,17 %. Calculez le loyer économique mensuel moyen (26.3) sur la valeur au rôle de 495 000 $, puis sur la valeur par capitalisation directe du revenu net contractuel. Comparez au loyer contractuel moyen et au loyer de marché moyen, et interprétez.

Exercice 26.6 — Immeuble neuf et loyer maximal des cinq ans ★★★

Un logement d'un immeuble livré en 2026 est loué 1 600 $ par mois ; le bail contient la restriction de l'article 1955 et indique un loyer maximal de 1 850 $ pour les cinq années. Calculez le taux de croissance annuel composé maximal (26.7). Comparez, sur les cinq premières années du bail et au taux de 7,25 %, la valeur actuelle des loyers de trois trajectoires : indexation au pourcentage de base de 3,1 % comme si le logement était soumis à la fixation, saut au loyer maximal dès la première reconduction, et croissance régulière au taux maximal. Le plafond est-il atteint par la trajectoire à 3,1 % avant la fin de la cinquième année ? Que se passe-t-il si le bail ne mentionne pas le loyer maximal ? Discutez ce que l'évaluateur doit retenir comme trajectoire de base et pourquoi.

Exercice 26.7 — Bail commercial au rez-de-chaussée ★★★

Le local commercial de 110 m² au rez-de-chaussée d'un immeuble mixte est loué 36 000 $ par an en loyer brut pour cinq ans, avec une option de renouvellement de cinq ans au loyer du marché ; les dépenses que le locateur assume et qu'un bail net ferait récupérer s'élèvent à 9 500 $ par an. Calculez le loyer net équivalent et le loyer net au mètre carré (26.13). Comparez la valeur actuelle à 7,25 % des cinq loyers nets fixes à celle de cinq années de loyer d'un logement de marché moyen du cas 3, 1 292 $ par mois net d'une inoccupation de 3,9 % et croissant de 3,5 % par an. Expliquez pourquoi ce rapport de valeur ne suffit pas à comparer les deux flux, en discutant la durée, le risque de crédit, la vacance à l'échéance, l'option et le traitement du local dans la fixation des loyers des logements (Québec 1985c, art. 5).

Pour aller plus loin

Le texte de référence reste le Code civil du Québec lui-même, dont les articles 1851 à 2000 se lisent en quelques heures et dont la version consolidée de LégisQuébec signale les modifications récentes (Québec 1991) ; les lois modificatrices de 2024 (Québec 2024b ; Québec 2024a) et de 2026 (Québec 2026b) se lisent dans la Gazette officielle. Le site du Tribunal administratif du logement publie les pourcentages applicables, les communiqués annuels sur l'ajustement des loyers et des résumés de décisions qui éclairent l'interprétation des articles 1896, 1950 et 1955 (Tribunal administratif du logement 2026d ; Tribunal administratif du logement 2026c ; Tribunal administratif du logement 2026f). Sur l'analyse économique des régimes d'encadrement des loyers, Arnott (1995) a proposé la distinction entre les contrôles de première et de deuxième génération qui situe le régime québécois, et Kholodilin (2024) en recense les effets empiriques sur l'offre, la mobilité

et la dispersion des loyers ; Glaeser et Luttmer (2003) mesurent la mauvaise allocation des logements sous contrôle, Sims (2007) et Autor et al. (2014) l'effet de la fin du contrôle au Massachusetts, et Diamond et al. (2019) ses effets distributifs à San Francisco ; pour le Canada, Smith (1988) et Fallis et Smith (1985) analysent le régime ontarien. Sur l'analyse des baux et du revenu locatif en évaluation, les chapitres consacrés aux revenus de Appraisal Institute (2026) et de Fisher et Martin (2007), et le traitement des baux par Wyatt (2022) et Baum et al. (2021), qui développent l'analyse des baux commerciaux, complètent le présent chapitre ; les données du marché locatif se lisent dans les rapports et tableaux annuels de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b).

CHAPITRE 27

27

Revenus potentiels, vacance et pertes

La méthode du revenu commence par une question que l'on croit simple : combien cet immeuble rapporte-t-il ? La réponse exige pourtant quatre décisions successives, et chacune pèse sur la valeur autant que le choix du taux de capitalisation qui viendra ensuite. Il faut d'abord fixer le revenu que les logements *pourraient* produire, et savoir s'il s'agit des loyers inscrits aux baux, des loyers que le marché paierait aujourd'hui ou d'une combinaison des deux. Il faut ensuite estimer ce que ce revenu perdra en logements vides, en loyers impayés et en concessions, ce qui suppose de comprendre ce que mesure, et ce que ne mesure pas, le taux d'inoccupation publié chaque automne par la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Il faut encore recenser les revenus accessoires qui ne sont pas des loyers, puis assembler le tout dans le revenu brut effectif, point de départ du revenu net d'exploitation que le chapitre 28 établira en déduisant les dépenses. Enfin, parce que l'acheteur paie pour les revenus futurs, il faut se prononcer sur la trajectoire des loyers, laquelle dépend au Québec d'un encadrement juridique singulier et de la rotation des locataires. Ce chapitre traite ces quatre décisions dans l'ordre, les applique à l'immeuble de douze logements de Rosemont (cas 3) et au triplex de Limoilou (cas 2), et prépare ainsi les chapitres 28 à 31 ainsi que les dossiers complets des chapitres 46 et 47.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- définir et calculer le revenu brut potentiel contractuel, le revenu brut potentiel au marché et le revenu brut potentiel mixte, et choisir celui qui convient au droit évalué et à la technique retenue ;
- distinguer l'inoccupation physique, le taux de disponibilité et la vacance économique, lire les tableaux de l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL (univers, période, indicateurs de qualité, suppressions) et en tirer la borne inférieure d'une provision ;
- dériver et appliquer le modèle de l'inoccupation frictionnelle $v_f = \rho\, d/12$ qui relie la rotation des locataires et la durée de vacance, et le compléter par les mauvaises créances et les concessions sans double comptage ;
- traiter les autres revenus (stationnement, buanderie, rangement) et établir le revenu brut effectif selon la convention de l'ouvrage, en mesurant l'effet des conventions

concurrentes ;
- projeter les loyers d'un immeuble québécois selon trois trajectoires (indexation selon le Tribunal administratif du logement, relocation au marché au gré de la rotation, indice de marché) et expliquer pourquoi la rotation gouverne le rattrapage ;
- reproduire chaque chiffre de l'exemple à partir des scripts du dossier et mesurer la sensibilité du revenu et de la valeur à la provision pour inoccupation, à la rotation et à la durée de vacance.

27.1 Le revenu brut potentiel

27.1.1 Trois bases pour un même revenu

Le revenu brut potentiel est le revenu annuel qu'un immeuble produirait si tous ses logements étaient loués toute l'année et si tous les loyers étaient encaissés. La définition semble univoque ; elle ne l'est pas, parce que le loyer de chaque logement peut être lu de deux façons. Le *loyer contractuel* est celui que stipule le bail en vigueur ; le *loyer de marché* est celui qu'un nouveau locataire accepterait aujourd'hui pour le même logement, dans les conditions du marché à la date d'évaluation. Dans un marché où les loyers des nouveaux baux ont progressé plus vite que les hausses accordées aux locataires en place, ce qui est la situation québécoise depuis 2021, les deux lectures divergent, et l'écart croît avec l'ancienneté du bail. La littérature professionnelle nord-américaine distingue en conséquence le revenu potentiel fondé sur les baux (*contract rent*) et celui fondé sur le marché (*market rent*), et rappelle que le choix entre les deux n'est pas une question de prudence mais de cohérence avec le droit évalué et avec la technique d'évaluation (Appraisal Institute 2026 ; Fisher et Martin 2007).

Définition 27.1 : Revenu brut potentiel

Soit un immeuble de n logements, L_i le loyer mensuel contractuel du logement i à la date d'évaluation et M_i son loyer mensuel de marché estimé. Le **revenu brut potentiel** (RBP, *potential gross income*) *contractuel* et le RBP *au marché* sont

$$RBP_c = 12 \sum_{i=1}^{n} L_i, \qquad RBP_m = 12 \sum_{i=1}^{n} M_i, \tag{27.1}$$

et leur différence est le **déficit de loyer** (*loss to lease*) de l'immeuble :

$$\Delta_L = RBP_m - RBP_c = 12 \sum_{i=1}^{n} (M_i - L_i), \qquad \delta_L = \frac{\Delta_L}{RBP_m}. \tag{27.2}$$

Le RBP *mixte* affecte le loyer contractuel aux logements occupés et le loyer de marché aux logements vacants à la date d'évaluation : $RBP_x = 12\big[\sum_{i \in \mathcal{O}} L_i + \sum_{i \in \mathcal{V}} M_i\big]$, où $\mathcal{O}$ et $\mathcal{V}$ sont les ensembles des logements occupés et vacants.

Le RBP mixte est la base la plus fréquente dans les dossiers réels, puisqu'un immeuble compte souvent un ou deux logements vacants ou en cours de relocation au moment de

l'inspection ; le loyer de marché est alors la seule information disponible pour ces logements, et le loyer demandé par le propriétaire n'en est qu'un indice, à vérifier par comparaison. Dans le cas 3, tous les logements sont occupés et le RBP mixte coïncide avec le RBP contractuel. La notion de loyer de marché renvoie à l'étude du marché locatif du chapitre 15 et aux sources du chapitre 13 : loyers demandés dans le quartier pour des logements comparables, loyers des baux récents de l'immeuble lui-même, moyennes de la SCHL par zone et par taille de logement, corrigées de l'état intérieur, de l'étage et des services inclus. Un évaluateur qui reprend sans vérification la colonne « loyer potentiel » d'une fiche de courtier adopte l'opinion du vendeur ; la norme professionnelle lui impose au contraire d'exposer sa propre analyse des revenus et d'en indiquer la source (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; International Valuation Standards Council 2025).

27.1.2 Ce que le loyer contient

Le RBP additionne des loyers, mais le mot « loyer » recouvre au Québec des réalités différentes selon ce que le bail inclut. Un loyer « tout compris » qui couvre le chauffage et l'électricité est plus élevé qu'un loyer où le locataire assume ces frais ; comparer les deux sans correction fausse à la fois le RBP et les dépenses, puisque l'énergie se retrouve alors du côté du locateur. L'état locatif doit donc préciser, pour chaque bail, les services inclus (chauffage, eau chaude, électricité, stationnement, rangement, électroménagers), afin que le loyer de marché soit estimé sur la même base et que les dépenses du chapitre 28 soient cohérentes. Dans le cas 3, aucun bail n'inclut le chauffage et six baux comprennent une case de stationnement ; les six autres cases sont louées séparément et leur produit figure dans les autres revenus (section 27.3). Cette convention a une conséquence directe : si le stationnement est compris dans le loyer, il est soumis à la provision pour inoccupation avec le logement ; s'il est loué à part, il peut être traité comme un revenu accessoire dont le risque de vacance est propre.

Le Tribunal administratif du logement a sa propre définition du revenu potentiel, qu'il est utile de connaître parce que les propriétaires la manient chaque hiver. Le formulaire « Renseignements nécessaires à la fixation du loyer » retient, pour la fixation 2026-2027, les loyers de décembre 2025 multipliés par douze, logement par logement, puis les revenus des locaux non résidentiels et les « autres revenus » de l'année (Tribunal administratif du logement 2025b). Il s'agit d'un RBP contractuel photographié en décembre, utilisé pour répartir les dépenses entre les logements ; il n'intègre ni inoccupation ni loyer de marché et ne doit pas être confondu avec le revenu de l'évaluateur.

27.1.3 L'état locatif et sa vérification

L'**état locatif** (*rent roll*) est la pièce qui fonde le RBP contractuel : la liste des logements avec leur typologie, leur superficie, le loyer mensuel, la date de début du bail, son échéance, les services inclus et, idéalement, l'ancienneté du locataire. Le chapitre 26 a décrit le bail de logement et ses règles ; retenons ici ce que l'évaluateur doit vérifier. Les loyers déclarés doivent concorder avec les baux signés et avec les encaissements des derniers mois ; les hausses annoncées pour la prochaine reconduction ne sont acquises que si l'avis a été donné dans les délais et accepté, ou si le Tribunal a fixé le loyer (Québec 1991, art. 1942 à 1947). Le loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédant un nouveau bail doit avoir été déclaré au nouveau locataire dans la section G du formulaire obligatoire, et celui-ci

dispose de dix jours pour demander la fixation (Québec 1991, art. 1896 et 1950) ; un loyer fraîchement « remis au marché » après un départ n'est donc pas à l'abri d'une révision, et une concentration de baux récents à des loyers très supérieurs aux anciens mérite une question. Enfin, le locateur ne peut exiger aucun dépôt ni aucune somme autre que le loyer (Québec 1991, art. 1904) : contrairement à d'autres provinces, il n'existe au Québec aucune sûreté qui amortisse les mauvaises créances, ce qui justifie la provision discutée à la section 27.2.

Données synthétiques

Les deux immeubles de ce chapitre sont les dossiers synthétiques des cas 3 et 2 : `data/synthetic/cas3_montreal_etat_locatif.csv` (douze baux : quatre 3½, six 4½, deux 5½, tous échéant le 30 juin 2027, aucun chauffage inclus, six stationnements inclus), `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json` (provision d'inoccupation et de pertes de 3,9 %, autres revenus de 9 360 $, rotation de 15 %, croissance des loyers de 3,1 % pour les baux reconduits et de 3,5 % pour le marché) et `cas2_quebec_loyers.csv` (triplex de Limoilou : trois baux, loyer de marché estimé). Ils sont générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine 20261031 ; les loyers de marché sont calibrés sur les moyennes de la SCHL pour la zone Rosemont et la RMR de Québec en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), l'écart entre loyer contractuel et loyer de marché sur une décote pédagogique de deux pour cent par année d'ancienneté du bail, et la provision sur les ordres de grandeur discutés à la section 27.2. Tous les chiffres cités proviennent de `analysis/python/cases/ch27_revenus.py`, qui appelle `traite.cas3.revenus`, `traite.cas2.revenus` et `traite.cas3.projection_dcf` afin que les chapitres 29, 30, 32, 46 et 47 présentent les mêmes montants. Aucun immeuble, bail ou locataire réel n'est décrit.

Le tableau 27.1 résume l'état locatif du cas 3 par type de logement ; le détail bail par bail figure au chapitre 47, qui en fait l'analyse complète, et n'est pas répété ici. Les loyers contractuels totalisent 13 795 $ par mois, soit un RBP contractuel de 165 540 $; les loyers de marché estimés totalisent 15 503 $, soit 186 036 $. Le déficit de loyer est de 20 496 $ par année, 11,0 % du RBP au marché, et sa structure est éloquente : il atteint 15,8 % pour les quatre 3½, dont les locataires sont en place depuis neuf ans en moyenne, 11,1 % pour les six 4½ et seulement 4,9 % pour les deux 5½, reloués depuis moins de trois ans. C'est la signature d'un régime d'encadrement des loyers dits « de deuxième génération », qui plafonne les hausses des baux reconduits sans fixer le loyer des nouvelles locations : la dispersion entre anciens et nouveaux locataires s'accroît avec le temps (Arnott 1995 ; Kholodilin 2024).

27.1.4 Quel revenu potentiel retenir ?

La question du RBP à retenir se tranche par le droit évalué et par la technique. L'acheteur d'un immeuble locatif acquiert le droit du locateur grevé des baux en vigueur : la vente ne permet pas au nouveau locateur de résilier les baux (Québec 1991, art. 1937), les locataires ont droit au maintien dans les lieux et les loyers ne peuvent être modifiés qu'à la reconduction, dans les limites des critères de fixation. Le revenu que l'acheteur encaissera la première année est donc le revenu contractuel, et c'est lui qui entre dans la capitalisation directe du chapitre 29 : capitaliser le RBP au marché reviendrait à payer aujourd'hui pour des loyers que

Tableau 27.1. Cas 3 : état locatif résumé par type de logement au 1er septembre 2026 (loyers mensuels en dollars ; écart en pourcentage du loyer de marché ; RBP annuel = 12 × total mensuel : 165 540 $ contractuel, 186 036 $ au marché).

Type	Log.	m²	Contrat ($)	Marché ($)	Moy. contrat ($)	Moy. marché ($)	Écart (%)	Anc. (ans)
3½	4	207	3 501	4 156	875,25	1 039,00	15,8	9,0
4½	6	429	7 152	8 042	1 192,00	1 340,33	11,1	5,8
5½	2	189	3 142	3 305	1 571,00	1 652,50	4,9	2,5
Total	12	825	13 795	15 503	1 149,58	1 291,92	11,0	6,3

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch27_revenus.py`, fonction `par_type_cas3` ; état locatif `cas3_montreal_etat_locatif.csv`, graine 20261031

personne ne perçoit encore et que le droit ne permet pas d'exiger. Le chapitre 2 a rappelé la distinction entre la pleine propriété libre de baux et le droit du locateur ; pour un immeuble de douze logements dont les loyers sont en retard de onze pour cent sur le marché, les deux valeurs ne coïncident pas, et le chapitre 47 chiffre l'écart.

Le RBP au marché n'est pas inutile pour autant. Il sert à mesurer le déficit de loyer, information que l'acheteur paie sous forme de taux de capitalisation plus bas ou qu'il modélise explicitement ; il fixe la borne supérieure de la trajectoire des loyers dans les flux actualisés du chapitre 30 ; il permet enfin la comparaison avec les ventes dont les loyers sont au marché, par exemple lorsqu'on extrait des taux ou des multiplicateurs. L'usage correct est donc de présenter les deux et de dire lequel sert à quoi, jamais de substituer silencieusement l'un à l'autre. Pour un triplex acheté par un occupant, le chapitre 32 ajoutera une nuance : la valeur du logement que l'acheteur occupera lui-même ne dépend pas de son loyer contractuel, mais de sa valeur d'usage, de sorte que le RBP « complet » aux trois loyers n'est qu'une convention de calcul.

27.2 Inoccupation et mauvaises créances

27.2.1 Trois notions qu'il ne faut pas confondre

Le RBP est un plafond. Le revenu réellement encaissé en est séparé par trois pertes de nature différente : les logements vides pendant une partie de l'année, les loyers dus mais non payés, et les concessions consenties pour attirer ou retenir un locataire. La pratique regroupe les deux premières sous la provision pour « inoccupation et mauvaises créances » (*vacancy and collection loss*), exprimée en proportion du RBP (Brueggeman et Fisher 2022 ; Fisher et Martin 2007). Avant de la chiffrer, il faut distinguer trois mesures qui portent des noms voisins.

Définition 27.2 : Inoccupation physique et vacance économique

Le **taux d'inoccupation physique** d'un parc ou d'un immeuble à une date t est la proportion des logements vacants et offerts en location à cette date : $v_t^{\text{phys}} = N_t^{\text{vac}} / N$. Le **taux de disponibilité** y ajoute les logements occupés dont le locataire a donné son avis de départ. La **vacance économique** (ou inoccupation économique) d'un immeuble

sur une période est la part du revenu brut potentiel qui n'a pas été encaissée, quelle qu'en soit la cause :

$$v^{\text{éco}} = \frac{RBP - \text{loyers encaissés}}{RBP} = v^{\text{inocc}} + v^{\text{créances}} + v^{\text{concessions}}, \tag{27.3}$$

où v^{inocc} est la perte de loyer des périodes vacantes rapportée au RBP, $v^{\text{créances}}$ celle des loyers impayés nets des recouvrements et $v^{\text{concessions}}$ celle des mois gratuits et rabais non reflétés dans le loyer contractuel. C'est $v^{\text{éco}}$, noté v dans la suite et dans l'annexe des conventions de calcul, qui entre dans le revenu brut effectif.

La première mesure est un état instantané du parc ; la troisième est un flux annuel propre à l'immeuble. Elles ne coïncident que dans un cas idéal où les logements vacants le resteraient toute l'année, où personne ne ferait défaut et où le loyer de chaque logement serait égal au loyer moyen. En pratique, la vacance économique excède presque toujours l'inoccupation physique mesurée à une date donnée, pour trois raisons que les sections suivantes développent : la mesure publique est prise à un moment de l'année où le marché québécois est au creux de son cycle saisonnier ; elle ne compte pas les loyers impayés ; et les logements vacants ne sont pas des logements quelconques.

27.2.2 Ce que mesure la SCHL

L'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL est la seule mesure publique et régulière de l'inoccupation au Québec, et l'évaluateur doit en connaître les contours avant de s'en servir. Son univers est celui des appartements d'initiative privée situés dans des immeubles d'au moins trois logements, dans les centres de 10 000 habitants et plus ; les duplex, les logements loués dans des maisons, les logements sociaux et les copropriétés offertes en location n'en font pas partie, ces dernières faisant l'objet d'une enquête distincte dont les tableaux 4 des fichiers rendent compte (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). L'enquête a lieu en octobre, trois mois après la vague des déménagements du 1er juillet, c'est-à-dire au moment où le plus grand nombre de logements libérés en été ont retrouvé preneur ; le taux d'octobre est donc un taux de basse saison pour un immeuble montréalais, et non une moyenne annuelle. Les tableaux publiés affectent à chaque estimation une lettre de qualité, de « a » (excellent) à « d » (passable, à utiliser avec prudence), suppriment les cellules dont l'échantillon ne permet pas d'estimation fiable (symbole « ** »), et signalent par une flèche les variations d'une année à l'autre qui sont statistiquement significatives, ce qui invite à ne pas commenter les autres. Le chapitre 4 a décrit la différence entre la variation brute des loyers moyens et la variation « même échantillon » ; la même prudence vaut pour l'inoccupation, dont la définition géographique suit celle du Recensement de 2021.

Le tableau 27.2 et la figure 27.1 donnent la lecture d'octobre 2025. L'inoccupation s'établissait à 2,9 % dans la RMR de Montréal, 2,4 % à Québec, 3,8 % dans la partie québécoise de Gatineau, 2,7 % à Sherbrooke et à Trois-Rivières et 1,3 % à Saguenay ; un an plus tôt, cinq des six marchés étaient sous 2 %, et Québec comme Trois-Rivières sous 1 %. La détente est rapide, mais il faut la lire avec les lettres de qualité et les flèches : à Saguenay, la baisse de 1,6 % à 1,3 % n'est pas significative. Le taux de rotation, publié dans les mêmes tableaux, est la part

Tableau 27.2. Taux d'inoccupation et taux de rotation des appartements d'initiative privée (immeubles de trois logements et plus), six RMR du Québec, octobre 2024 et octobre 2025 (pourcentages).

RMR	Inocc. 2024	Inocc. 2025	2 ch. 2025	Rotation 2024	Rotation 2025
Montréal	2,1	2,9	2,9	11,1	9,4
Québec	0,9	2,4	2,5	13,9	13,0
Gatineau (partie du Québec)	1,9	3,8	2,6	17,3	16,2
Sherbrooke	1,4	2,7	3,0	10,4	12,0
Trois-Rivières	0,9	2,7	2,5	10,2	10,1
Saguenay	1,6	1,3	0,6	13,3	12,6

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025 (Rapport sur le marché locatif publié le 11 décembre 2025), tableaux 1.1.1 et 1.1.6 des tableaux de données par centre (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), consultés le 31 octobre 2026 ; chiffres cités avec attribution conformément aux conditions d'utilisation de la SCHL ; lecture par `analysis/python/cases/ch27_revenus.py`. La rotation de Gatineau est de qualité « d ».

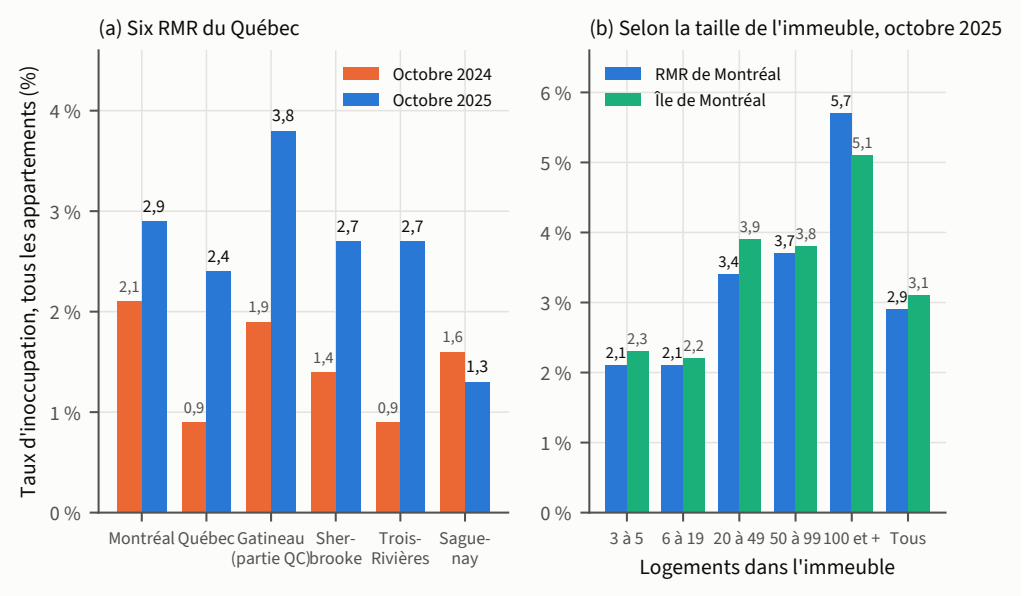


Figure 27.1. Inoccupation des appartements d'initiative privée. À gauche, les six RMR du Québec en octobre 2024 et octobre 2025 : la détente est générale sauf à Saguenay, mais aucun marché ne dépasse 4 %. À droite, la RMR et l'île de Montréal en octobre 2025 selon la taille de l'immeuble : les petits immeubles de 3 à 19 logements, segment des plex et des immeubles de quartier, affichent 2,1 % à 2,3 %, contre 5,1 % à 5,7 % pour les immeubles de cent logements et plus.

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, tableaux 1.1.1 (fichier Québec, par centre) et 1.3.1 (fichier Montréal) (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), consultés le 31 octobre 2026 ; script `analysis/python/figures/ch27_figures.py`.

des logements qui ont changé de locataire au cours des douze mois précédant l'enquête ; il était de 9,4 % à Montréal, 13,0 % à Québec et 16,2 % à Gatineau, et il a reculé dans les grands marchés en 2025, ce qui est cohérent avec des locataires qui conservent des baux devenus avantageux. La rotation est la clé de la section 27.2.3 et de la section 27.5 : elle gouverne à la fois la vacance frictionnelle et le rythme auquel les loyers en place rejoignent le marché.

Les ventilations de la SCHL par taille d'immeuble, par année de construction et par quartile de loyer, réunies au tableau 27.3, sont plus utiles encore pour l'évaluateur d'un immeuble donné que le taux global de la RMR. Trois régularités s'en dégagent. Premièrement, l'inoccupation croît avec la taille de l'immeuble : sur l'île de Montréal, 2,2 % pour les immeubles de 6 à 19 logements contre 5,1 % pour ceux de 100 logements et plus, et la rotation suit la même pente, de 8,5 % à 14,2 % dans la RMR. Les petits immeubles de quartier abritent des locataires plus stables, à des loyers plus bas, dans des logements souvent plus grands. Deuxièmement, l'inoccupation est concentrée dans les logements chers : dans la RMR, elle n'est que de 1,3 % dans le premier quartile de loyer, mais de 4,9 % dans le quatrième, et le loyer moyen des logements inoccupés de l'île (1 573 $) dépasse de 23 % celui des logements occupés (1 275 $), l'écart atteignant 35 % pour les deux chambres. Troisièmement, les immeubles construits depuis 2015 affichent 5,6 % d'inoccupation, contre 2,2 % à 3,3 % pour le parc d'avant 1990 : la détente de 2024-2025 est d'abord celle de l'offre neuve, chère, en cours d'absorption. Pour un immeuble de 1962 de douze logements à loyers modestes, la borne inférieure pertinente n'est donc pas le 2,9 % de la RMR mais le 2,2 % du segment ; pour une tour neuve du centre-ville, elle est bien au-dessus.

Tableau 27.3. Structure de l'inoccupation et de la rotation, Montréal, octobre 2025 : selon la taille de l'immeuble (RMR et île), selon le quartile de loyer (RMR) et selon l'année de construction (île) ; loyer moyen des logements inoccupés et occupés (île). Pourcentages et dollars par mois.

Taille de l'immeuble (logements)				*Quartile de loyer (RMR)*		*Année de construction (île)*	
Taille	Inocc. RMR	Inocc. île	Rotation RMR	Quartile	Inocc.	Période	Inocc.
3 à 5	2,1	2,3	7,6	Q1 (loyers bas)	1,3	Avant 1940	2,2
6 à 19	2,1	2,2	8,5	Q2	1,9	1940-1959	2,6
20 à 49	3,4	3,9	9,4	Q3	3,0	1960-1974	3,3
50 à 99	3,7	3,8	12,3	Q4 (loyers élevés)	4,9	1975-1989	2,8
100 et plus	5,7	5,1	14,2			2015 ou après	5,6
Tous	2,9	3,1	9,4			Tous	3,1

Loyer moyen ($/mois), île de Montréal : logements inoccupés 1 573 contre occupés 1 275 (tous les types, +23,4 %) ; deux chambres 1 815 contre 1 349 (+34,5 %).

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, tableaux 1.3.1, 1.3.4, 1.4, 1.2.1 et 1.1.9 du fichier de la RMR de Montréal (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), consultés le 31 octobre 2026 ; chiffres cités avec attribution ; les cellules de 1990 à 2014 sont supprimées par la SCHL ; lecture par `analysis/python/cases/ch27_revenus.py`.

27.2.3 Inoccupation structurelle, cyclique et frictionnelle

L'économie urbaine décompose l'inoccupation d'un marché en une composante *structurelle* ou « naturelle », qui subsiste à l'équilibre parce que la recherche d'un logement et d'un

locataire prend du temps, et une composante *cyclique*, écart entre le taux observé et le taux naturel, qui gouverne la pression sur les loyers : lorsque l'inoccupation descend sous son niveau naturel, les loyers réels accélèrent, et inversement (Wheaton 1999 ; DiPasquale et Wheaton 1996). Le taux naturel varie d'un marché à l'autre avec la mobilité des ménages, la taille des immeubles et le coût de la recherche ; Sivitanidou et Sivitanides (1999) montrent qu'il se répercute jusque dans les taux de capitalisation, les marchés à vacance naturelle élevée exigeant des taux plus élevés. Le Québec de 2021-2024, avec des taux de 1 % à 2 % bien inférieurs à ce que la plupart des auteurs considèrent comme un équilibre, a connu la hausse des loyers « même échantillon » la plus forte en trente ans ; la remontée de 2025 vers 3 % s'accompagne déjà d'un ralentissement de cette hausse, comme le prédit la théorie.

Pour l'évaluateur d'un immeuble, la composante la plus directement modélisable est l'inoccupation *frictionnelle* : celle qui résulte mécaniquement du départ des locataires et du temps nécessaire pour relouer. Elle se dérive en quelques lignes.

Proposition 27.1 : Inoccupation frictionnelle et rotation

Soit un immeuble de n logements dont une fraction ρ change de locataire chaque année (taux de rotation annuel) et dont chaque logement libéré reste vacant en moyenne d mois avant d'être reloué. En régime permanent, la part du revenu brut potentiel perdue en inoccupation frictionnelle est

$$v_f = \frac{\rho\, d}{12}. \tag{27.4}$$

Si une fraction π des départs donne lieu à une relocation sans interruption (cession de bail, nouveau bail débutant le lendemain du départ), la formule devient $v_f = \rho\,(1-\pi)\,d/12$.

Démonstration. Chaque année, ρn logements se libèrent. Chacun reste vide d mois, soit $d/12$ année, de sorte que le nombre de logements-années vacants est $\rho n \cdot d/12$. Si les loyers des logements qui se libèrent sont en moyenne égaux au loyer moyen de l'immeuble $\bar{L}$, la perte de loyer annuelle est $12\bar{L}\cdot \rho n\, d/12 = \rho n d \bar{L}$ et le RBP est $12 n\bar{L}$; le rapport est $\rho d/12$. Lorsque seule une fraction $1-\pi$ des départs crée une vacance, le nombre de logements-années vacants est multiplié par $1-\pi$. Si les logements qui se libèrent ont un loyer moyen différent de $\bar{L}$, par exemple parce que les locataires les plus anciens, aux loyers les plus bas, partent plus rarement, il faut remplacer $\bar{L}$ par le loyer moyen des logements libérés ; en régime d'encadrement, celui-ci dépasse $\bar{L}$ et la perte relative est un peu supérieure à $\rho d/12$, calculée sur les loyers de marché. □

La formule a trois mérites. Elle relie la provision à deux grandeurs observables : la rotation, que la SCHL publie par RMR, par zone et par taille d'immeuble, et la durée de vacance, que l'évaluateur peut estimer à partir des registres de l'immeuble, des délais de location observés dans le quartier ou des annonces. Elle rend explicite la cohérence que doit respecter un dossier : on ne peut pas, dans la même évaluation, supposer une rotation élevée pour accélérer le rattrapage des loyers au marché (section 27.5) et une inoccupation frictionnelle faible. Elle montre enfin que la provision est linéaire dans chacune des deux variables, ce que le tableau 27.4 illustre : avec la rotation de 9,4 % de la RMR de Montréal et un mois de vacance par relocation, l'inoccupation frictionnelle n'est que de 0,78 % ; avec la rotation de 13 % de Québec et un mois et demi, elle atteint 1,62 % ; avec la rotation de 15 % retenue dans

le dossier du cas 3 et un mois, 1,25 %.

Tableau 27.4. Inoccupation frictionnelle $v_f = \rho\, d/12$ (en pourcentage du RBP) selon le taux de rotation annuel ρ et la durée moyenne de vacance d entre deux baux.

Rotation ρ	$d = 0{,}5$ mois	$d = 1$ mois	$d = 1{,}5$ mois	$d = 2$ mois	$d = 3$ mois
5 %	0,21	0,42	0,63	0,83	1,25
9,4 % (Montréal, 2025)	0,39	0,78	1,18	1,57	2,35
13 % (Québec, 2025)	0,54	1,08	1,62	2,17	3,25
15 % (dossier du cas 3)	0,62	1,25	1,88	2,50	3,75
20 %	0,83	1,67	2,50	3,33	5,00
25 %	1,04	2,08	3,12	4,17	6,25

Source: équation (27.4), fonction `traite.finance.taux_vacance_frictionnelle`; taux de rotation d'octobre 2025: SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b); script `analysis/python/cases/ch27_revenus.py`.

Le rapprochement de la formule avec la mesure de la SCHL éclaire aussi la saisonnalité. Dans un marché où la quasi-totalité des baux échoient le 30 juin, les départs se concentrent sur quelques semaines et les logements libérés sont pour la plupart reloués pour le 1er juillet, parfois avec un chevauchement de baux qui annule la vacance (π élevé). Le taux d'octobre capte ce qui reste : les logements qui n'ont pas trouvé preneur à l'été, auxquels s'ajoutent les quelques départs d'automne. La composante frictionnelle d'un immeuble à baux synchronisés peut donc être inférieure à ce que donnerait la formule avec $d = 1$, tandis que la composante structurelle, celle des logements que le marché ne veut plus au loyer demandé, apparaît en plein dans le taux d'octobre. C'est pourquoi la décomposition retenue pour le cas 3 (1,25 % de frictionnel, 2,65 % de créances, de concessions et de risque structurel) est une convention déclarée et non une mesure ; aucune statistique publique n'établit la vacance économique des petits immeubles québécois, et les publications de l'industrie qui circulent sur ce point n'ont pas été retenues faute de méthodologie vérifiable.

27.2.4 Mauvaises créances et concessions

Les **mauvaises créances** sont les loyers exigibles qui ne seront jamais encaissés, nets des sommes recouvrées, auxquels s'ajoutent les frais de recouvrement et les loyers perdus pendant la procédure. Le droit québécois pèse sur leur ampleur de deux façons opposées. D'un côté, l'interdiction de tout dépôt de garantie (Québec 1991, art. 1904) prive le locateur de la sûreté qui, ailleurs, couvre un ou deux mois d'impayés. De l'autre, le Code civil permet au locateur de demander la résiliation du bail lorsque le locataire est en retard de plus de trois semaines dans le paiement du loyer (Québec 1991, art. 1971), et le Tribunal administratif du logement traite ces demandes selon une procédure accélérée ; la perte typique d'un défaut est donc de quelques mois de loyer, non d'une année. Le niveau des créances irrécouvrables dépend ensuite du profil des locataires, de la rigueur de la sélection, du niveau des loyers par rapport aux revenus du quartier et de la conjoncture ; il n'existe pas de statistique publique par type d'immeuble, et la provision relève du jugement de l'évaluateur, fondé si possible sur l'historique de l'immeuble et sur celui d'immeubles comparables gérés par le même gestionnaire. Une provision de l'ordre d'un demi à un point de pourcentage du RBP est courante dans les dossiers de petits immeubles bien tenus ; il s'agit d'une pratique, non d'une

norme, et l'évaluateur doit l'écrire comme telle.

Les **concessions** (mois gratuits, rabais temporaires, électroménagers offerts) sont rares dans le parc ancien à loyers modestes mais fréquentes dans l'offre neuve en période d'absorption, ce que l'inoccupation de 5,6 % des immeubles construits depuis 2015 laisse deviner. Elles posent un problème de double comptage que la formule suivante règle. Si un bail de T mois au loyer nominal L comporte m mois gratuits, le loyer mensuel effectif est

$$L^{\text{eff}} = L\,\frac{T - m}{T}, \tag{27.5}$$

et l'on a le choix entre inscrire L^{eff} dans le RBP ou inscrire L et traiter la concession dans $v^{\text{concessions}} = m/T$; les deux donnent le même revenu, mais faire les deux à la fois soustrait la concession deux fois. Un mois gratuit sur douze à 1 300 $ donne un loyer effectif de 1 191,67 $ et un revenu annuel de 14 300 $; le compter aussi dans la provision ramènerait le revenu à 13 108 $, erreur de huit pour cent sur ce logement. La convention de l'ouvrage est d'inscrire les loyers nominaux dans le RBP et de porter les concessions dans v, parce que c'est ainsi que les ventes comparables sont généralement analysées ; l'essentiel est la symétrie avec le traitement des comparables, principe que le chapitre 29 érige en règle.

27.2.5 Choisir la provision

La provision v retenue pour un immeuble se construit par couches, chacune justifiée par une source ou par une hypothèse déclarée. La première couche est l'inoccupation physique du segment auquel appartient l'immeuble, lue dans les tableaux de la SCHL par taille d'immeuble, par zone et par année de construction ; c'est une borne inférieure, à la date de l'enquête. La deuxième est l'ajustement frictionnel cohérent avec l'hypothèse de rotation du dossier, par l'équation (27.4), lorsque la rotation retenue s'écarte de celle du segment. La troisième est la provision pour mauvaises créances et concessions. La quatrième est prospective : le revenu capitalisé étant celui des douze mois à venir, et la projection courant sur dix ans, la provision doit refléter l'évolution attendue du marché ; la SCHL prévoyait, dans sa mise à jour de l'été 2026, une inoccupation de 3,8 % pour la RMR de Montréal en 2026, de 4,5 % en 2027 et de 4,8 % en 2028 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026e). La dernière vérification est la cohérence avec la méthode d'extraction des taux : si les taux de capitalisation ont été extraits de ventes dont le revenu a été reconstitué avec une provision de 4 %, appliquer 2 % au sujet revient à lui attribuer une prime que le marché n'a pas payée.

Pour le cas 3, ces couches conduisent à 3,9 % du RBP contractuel : 2,2 % d'inoccupation pour les immeubles de 6 à 19 logements de l'île en octobre 2025, relevée pour tenir compte de la détente prévue, une composante frictionnelle de 1,25 % cohérente avec la rotation de 15 % et une durée de vacance d'un mois, et environ un point pour les créances. Pour le triplex du cas 2, la convention est de 3 % : l'inoccupation de 2,4 % de la RMR de Québec et quelque six dixièmes de point pour les créances, la rotation plus élevée de Québec (13 %) étant compensée par la synchronisation des baux au 1er juillet. Ces décompositions sont celles des dossiers synthétiques, et le chapitre 47 soumet la provision du cas 3 à un test de résistance où elle varie de 2,4 % à 6,3 %.

27.3 Les autres revenus

Les **autres revenus** (*other income*, *miscellaneous income*) sont les produits de l'immeuble qui ne sont pas des loyers de logements : location de cases de stationnement non comprises dans les baux, machines de la buanderie commune, casiers de rangement, location d'un garage ou d'un local accessoire, redevances d'antennes ou de panneaux publicitaires sur les grands immeubles. Au Québec, où le locateur ne peut exiger de son locataire « une somme d'argent autre que le loyer » (Québec 1991, art. 1904), les frais administratifs, pénalités de retard et autres suppléments que l'on rencontre ailleurs n'ont pas leur place dans cette rubrique, et un état des revenus qui en contiendrait devrait être épuré. Le formulaire du Tribunal administratif du logement réserve d'ailleurs une ligne distincte aux « autres revenus » de l'année (Tribunal administratif du logement 2025b), ce qui facilite leur repérage dans les documents du propriétaire.

Trois règles gouvernent leur traitement. D'abord, les autres revenus retenus sont ceux que l'immeuble produit *au marché* et de façon durable : un stationnement loué à un voisin au double du tarif courant, ou une antenne dont le contrat vient à échéance, n'est pas un revenu stabilisé. Ensuite, ils doivent être cohérents avec les dépenses : les revenus de buanderie s'accompagnent de frais d'électricité, d'entretien et de remplacement des machines qui doivent figurer au chapitre 28 ; un revenu de stationnement suppose du déneigement. Enfin, il faut décider s'ils sont soumis à la provision pour inoccupation. La convention de l'ouvrage, fixée à l'annexe des conventions de calcul, ne les y soumet pas, parce que les stationnements loués par bail distinct ont leur propre marché et que les revenus de buanderie et de rangement dépendent du nombre de locataires présents plus que de l'inoccupation marginale d'un logement ; l'alternative, qui applique v à l'ensemble, est défendable et la section 27.4 en mesure l'effet. Ce qui n'est pas défendable est d'appliquer une convention au sujet et l'autre aux comparables.

Dans le cas 3, les autres revenus s'élèvent à 9 360 $ par année, soit 65 $ par logement et par mois en moyenne et 5,7 % du RBP contractuel : les six cases de stationnement non comprises dans les baux, la buanderie commune et quelques casiers de rangement. C'est un niveau plausible pour un immeuble de quartier sans service ; les grands immeubles avec stationnement intérieur et locaux commerciaux au rez-de-chaussée en tirent une part beaucoup plus importante, et les plex presque rien, la case de stationnement y étant généralement comprise dans le bail, comme dans le cas 2, dont les autres revenus sont nuls.

27.4 Le revenu brut effectif

Le **revenu brut effectif** (RBE, *effective gross income*) est le revenu que l'immeuble est censé encaisser au cours de la première année d'exploitation, toutes sources confondues, après déduction des pertes attendues. L'annexe des conventions de calcul fixe sa définition pour tout l'ouvrage :

$$RBE = RBP_c\,(1 - v) + R_{\text{autres}}, \tag{27.6}$$

où RBP_c est le revenu brut potentiel contractuel (ou mixte lorsqu'il y a des logements vacants), v la provision combinée pour inoccupation, mauvaises créances et concessions, et R_{autres} les autres revenus stabilisés. C'est le RBE, et non le RBP, qui sert d'assiette au revenu net d'exploitation du chapitre 28 : $RNE = RBE - DE - RR$. Dans la bibliothèque de l'ouvrage, la

fonction `revenu_brut_effectif` du module `traite.finance` implante l'équation (27.6), et toutes les fonctions des cas y recourent.

Deux conventions concurrentes existent et il faut savoir les reconnaître dans un rapport ou une fiche de vente. La première applique la provision à l'ensemble des revenus, $RBE' = (RBP_c + R_{\text{autres}})(1 - v)$; elle est plus prudente d'un montant $v\,R_{\text{autres}}$, soit 365 $ pour le cas 3, ce qui est négligeable ici mais ne l'est plus pour un immeuble où les autres revenus pèsent dix ou quinze pour cent. La seconde applique la provision au RBP de marché, $RBE'' = RBP_m(1-v) + R_{\text{autres}}$, et constitue une erreur lorsque les baux sont en place : pour le cas 3, elle donnerait 188 141 $ au lieu de 168 444 $, soit 11,7 % de trop, et conduirait à une surévaluation du même ordre si le taux de capitalisation n'était pas ajusté en conséquence, comme le chapitre 29 le montre. L'écart entre ces conventions n'est pas une affaire de goût : il doit être le même pour le sujet et pour les comparables dont on extrait les taux et les multiplicateurs.

Le RBE se prête à deux lectures complémentaires. La première est le rapport du RBE au RBP contractuel, $RBE/RBP_c = (1-v) + R_{\text{autres}}/RBP_c$, qui vaut 1,017 5 pour le cas 3 : les autres revenus y font plus que compenser la provision, et le RBE dépasse légèrement le RBP, ce qui surprend parfois le lecteur d'un rapport et mérite une ligne d'explication. La seconde est ce que l'on peut appeler le **taux d'occupation économique**, rapport entre les loyers que l'immeuble encaisse effectivement et ceux qu'il encaisserait pleinement loué au marché :

$$\theta = \frac{RBP_c\,(1-v)}{RBP_m} = (1-v)\,(1-\delta_L), \tag{27.7}$$

où δ_L est le déficit de loyer relatif de l'équation (27.2). Pour le cas 3, $\theta = 0{,}961 \times 0{,}890 = 85{,}5\,\%$: l'immeuble encaisse 85 cents et demi par dollar de loyer de marché, et le manque à gagner tient pour les trois quarts au retard des baux et pour un quart à l'inoccupation et aux pertes. Pour le triplex du cas 2, $\theta = 82{,}3\,\%$, le déficit de loyer y étant de 15,2 %. Cet indicateur résume en un chiffre le potentiel que les techniques des chapitres 29 et 30 devront valoriser ; il est aussi l'un des premiers que regarde un prêteur.

27.5 La projection des loyers

27.5.1 Trois indices pour trois objets

Projeter le revenu d'un immeuble québécois suppose de distinguer ce que mesurent les trois indices publics de l'évolution des loyers, parce qu'ils ne décrivent pas le même objet. Le premier est la variation « même échantillon » des loyers moyens publiée par la SCHL, qui compare les loyers des mêmes logements d'un octobre à l'autre : 7,2 % pour les logements de deux chambres et 7,4 % pour l'ensemble des logements de la RMR de Montréal entre octobre 2024 et octobre 2025, et de 4,5 % à Gatineau à 12,5 % à Saguenay pour l'ensemble des RMR (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Cet indice mélange les baux reconduits, dont la hausse est encadrée, et les logements reloués au marché ; il mesure la progression du revenu d'un parc existant, rotation comprise. Le deuxième est la composante « loyer » de l'indice des prix à la consommation du Québec, qui suit le loyer payé par un échantillon de ménages locataires : 3,3 % entre septembre 2025 et septembre 2026, après une croissance annuelle moyenne de 4,0 % sur dix ans et de 6,5 % sur cinq ans (Statistique Canada 2026b). Il est plus lisse et plus bas que l'indice de la SCHL, parce que les ménages stables y pèsent davantage. Le troisième est le pourcentage de base du Tribunal administratif

du logement, qui plafonne de fait la hausse des baux reconduits lorsque le locataire refuse l'augmentation : 3,1 % pour 2026 selon la méthode entrée en vigueur le 1er janvier 2026, après 4,5 % pour 2025 (Tribunal administratif du logement 2026d). Sous l'ancienne méthode, le Tribunal indiquait avoir accordé en moyenne 3,8 % d'ajustement de 2015 à 2024 (Tribunal administratif du logement 2025a).

La nouvelle méthode rend le pourcentage de base prévisible, puisqu'il est défini par l'article 3.1 du Règlement sur les critères de fixation de loyer comme la moyenne des trois dernières variations annuelles de l'indice des prix à la consommation du Québec :

$$g_c = \frac{1}{3}\left[\frac{A-B}{B} + \frac{B-C}{C} + \frac{C-D}{D}\right], \qquad g_c \geq 0, \tag{27.8}$$

où A est l'IPC moyen de la période de référence et B, C, D ceux des trois périodes de douze mois antérieures, un résultat négatif étant réputé nul (Québec 1985c ; Québec 2025b, art. 3.1). À ce pourcentage s'ajoutent, selon la part attribuable au logement, la variation des taxes municipales et scolaires et des primes d'assurance au-delà du pourcentage de base, et un rendement de 5 % sur les dépenses d'immobilisation de la période de référence (Québec 1985c, art. 3 et 4). Le chapitre 34 détaille le calcul et ses scénarios ; pour la projection, retenons que la trajectoire contractuelle suit l'inflation passée avec retard, qu'elle est bornée vers le bas par zéro et qu'elle ne tient aucun compte du loyer de marché, que le Tribunal a rappelé n'être « pas un critère à prendre en considération » (Tribunal administratif du logement 2026f).

27.5.2 Le modèle de projection

Le revenu brut potentiel d'un immeuble sous encadrement se projette logement par logement. Soit $L_{i,t}$ le loyer mensuel contractuel du logement i l'année t, $M_{i,t}$ son loyer de marché, g_c le taux d'indexation des baux reconduits et g_m la croissance des loyers de marché. Chaque année, une fraction ρ des logements se libère et chaque logement libéré est reloué à son loyer de marché ; les autres sont reconduits avec l'indexation :

$$M_{i,t} = M_{i,1}(1+g_m)^{t-1}, \qquad L_{i,t} = \begin{cases} M_{i,t} & \text{si le logement } i \text{ est reloué l'année } t, \\ L_{i,t-1}(1+g_c) & \text{sinon,} \end{cases}$$

$$RBP_t = 12 \sum_{i=1}^{n} L_{i,t}. \tag{27.9}$$

Trois trajectoires de référence découlent de ce modèle. Lorsque $\rho = 0$, le RBP croît au taux g_c et, si $g_c < g_m$, s'éloigne indéfiniment du marché : c'est la trajectoire « TAL seul », plancher de la projection. Lorsque tous les logements sont au marché, $RBP_t = RBP_{m,1}(1+g_m)^{t-1}$: c'est la trajectoire « indice de marché », plafond de la projection. Entre les deux, la trajectoire « rotation » dépend de ρ et de l'ordre dans lequel les logements se libèrent ; l'hypothèse du cas 3, partagée avec les chapitres 30 et 47, est que les logements les plus sous le marché se libèrent en premier, ce qui est favorable au locateur et doit être testé. La fonction `traite.cas3.projection_dcf` implante ce modèle, avec $g_c = 3{,}1\,\%$, $g_m = 3{,}5\,\%$ et $\rho = 15\,\%$ dans le dossier de base ; la valeur de g_m est volontairement inférieure aux hausses de 2024-2025, qu'aucun analyste ne prolonge sur dix ans, et légèrement supérieure à l'inflation.

Le choix de ρ est le plus lourd de conséquences. La SCHL mesurait une rotation de 9,4 % dans la RMR de Montréal en 2025 et de 8,5 % pour les immeubles de 6 à 19 logements ; le dossier du cas 3 retient 15 %, soit environ deux logements par an, en posant que la composition de l'immeuble (quatre 3½ et six 4½ occupés par des ménages plus mobiles) justifie une rotation supérieure à la moyenne régionale. C'est une hypothèse favorable au propriétaire, que le chapitre 47 soumet au test de résistance ; le présent chapitre en mesure l'effet par une variante à 9,4 %. La Loi 31 de 2024, en permettant au locateur de refuser une cession de bail pour un motif autre qu'un motif sérieux, le bail étant alors résilié (Québec 1991 ; Québec 2024b, art. 1978.2), a supprimé le principal mécanisme par lequel un loyer bas se transmettait d'un locataire au suivant, ce qui soutient l'hypothèse de relocation au marché ; mais le droit du nouveau locataire de demander la fixation après avoir pris connaissance du loyer précédent (Québec 1991, art. 1950) la tempère, et un évaluateur prudent peut ne relouer qu'à une fraction du marché.

27.5.3 Quatre trajectoires pour le cas 3

Le tableau 27.5 et la figure 27.2 présentent les trajectoires du RBP du cas 3 sur l'horizon de dix ans du dossier. Elles partent toutes du même point, 165 540 $ en 2026, sauf la trajectoire de marché qui part de 186 036 $. Avec l'indexation seule, le RBP atteint 217 887 $ en 2035, et l'écart au marché se creuse de 11,0 % à 14,1 % : un immeuble sans rotation voit son retard s'aggraver chaque année de la différence $g_m - g_c$. Avec la rotation de 15 % du dossier, le RBP atteint 251 101 $ et l'écart au marché se referme à 1,0 % dès la septième année ; la croissance annuelle moyenne du RBP est alors de 4,74 %, soit l'indexation de 3,1 % augmentée d'un rattrapage d'environ 1,6 point par an qui s'épuise à mesure que les baux anciens disparaissent. Avec la rotation régionale de 9,4 %, le RBP atteint 247 212 $ et l'écart résiduel est de 2,5 % en 2035 ; la croissance moyenne est de 4,56 %. La somme des RBP des dix années, qui est ce que l'actualisation pondère, est de 1 906 494 $ pour l'indexation seule, 2 057 623 $ pour la rotation régionale, 2 113 053 $ pour la rotation du dossier et 2 182 461 $ au marché.

La dernière ligne du tableau 27.5 donne, pour mémoire, la valeur par flux actualisés que le chapitre 30 obtient avec chacune de ces trajectoires et les hypothèses communes du dossier (dépenses, réserve, dépenses en capital, taux d'actualisation de 7,25 %, taux terminal de 5,0 %) : 2 208 566 $ avec la rotation du dossier, 2 140 916 $ avec la rotation régionale et 1 756 414 $ sans rotation. L'écart entre la première et la troisième, 452 152 $ ou 20 % de la valeur, est le prix de l'hypothèse de rotation ; l'écart entre la première et la deuxième, 3,1 %, est celui de l'optimisme relatif du dossier par rapport aux données régionales. Aucune autre hypothèse du dossier n'a un effet comparable sur la valeur, ce que le diagramme en tornade du chapitre 30 et le test de résistance du chapitre 47 confirment. L'évaluateur qui projette un immeuble québécois ne peut donc pas se contenter d'un taux de croissance unique « des loyers » : il doit expliciter g_c, g_m, ρ et l'ordre des départs, les justifier par les données de la SCHL et du Tribunal, et en déclarer la sensibilité.

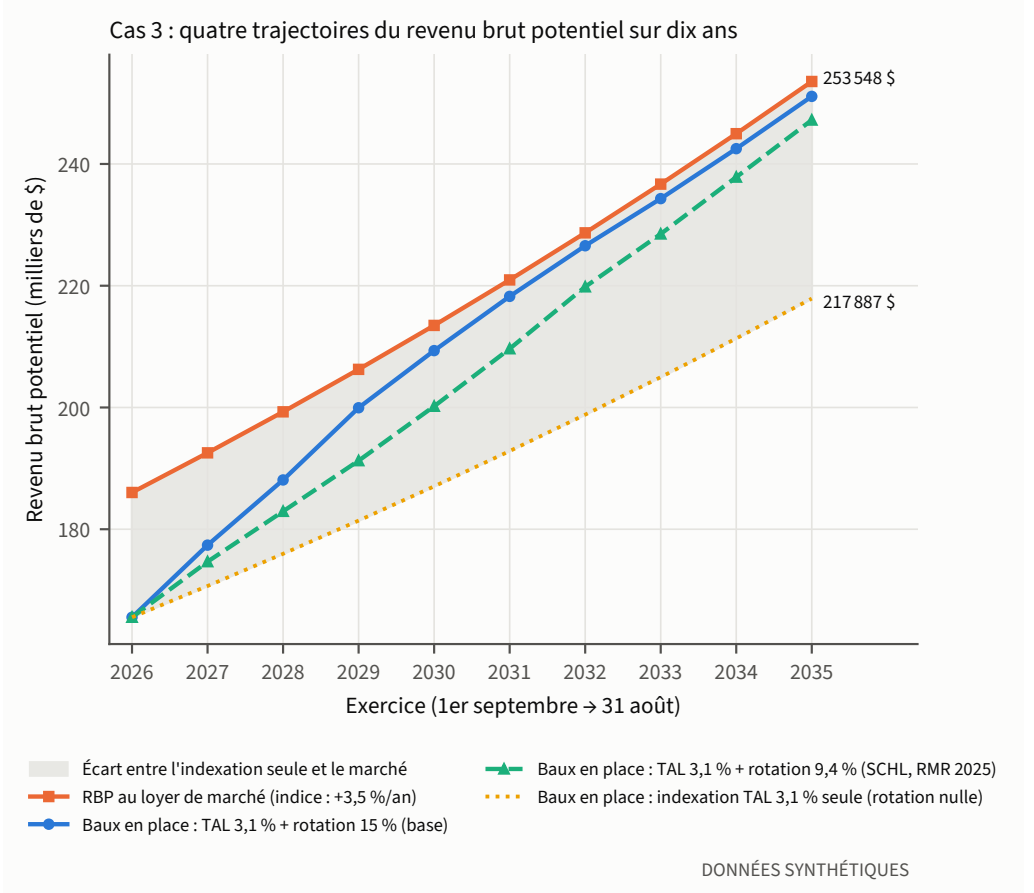


FIGURE 27.2. Trajectoires du revenu brut potentiel du cas 3 sur dix ans. La zone grisée est l'écart entre l'indexation seule (pointillé) et le marché (carrés) ; il s'élargit sans rotation. La trajectoire de base (ronds, rotation de 15 %) rejoint le marché à un pour cent près en sept ans ; la variante à la rotation régionale de 9,4 % (triangles) laisse un écart de 2,5 % en 2035. Le rattrapage est entièrement porté par la relocation des logements libérés.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch27_figures.py`, fonction `traite.cas3.projection_dcf`, graine 20261031

Tableau 27.5. Cas 3 : revenu brut potentiel projeté selon quatre trajectoires (dollars courants) et écart au marché (pourcentage du RBP au marché) ; $g_c = 3{,}1\ \%$, $g_m = 3{,}5\ \%$, relocation au marché des logements les plus sous le marché en premier ; l'exercice court du 1er septembre au 31 août ; TCAC = taux de croissance annuel composé ; valeur DCF = flux actualisés du chapitre 30.

Année	TAL seul ($)	Rot. 9,4 % ($)	Rot. 15 % ($)	Marché ($)	Éc. TAL (%)	Éc. 9,4 (%)	Éc. 15 (%)
1 (2026-2027)	165 540	165 540	165 540	186 036	11,0	11,0	11,0
2 (2027-2028)	170 672	174 669	177 389	192 547	11,4	9,3	7,9
3 (2028-2029)	175 963	182 938	188 095	199 286	11,7	8,2	5,6
5 (2030-2031)	187 041	200 200	209 340	213 481	12,4	6,2	1,9
7 (2032-2033)	198 818	219 817	226 565	228 686	13,1	3,9	0,9
10 (2035-2036)	217 887	247 212	251 101	253 548	14,1	2,5	1,0
TCAC, années 1 à 10	3,10 %	4,56 %	4,74 %	3,50 %			
Somme, années 1 à 10	1 906 494	2 057 623	2 113 053	2 182 461			
Valeur DCF (mémoire)	1 756 414	2 140 916	2 208 566	—			

Source : [données synthétiques] `traite.cas3.projection_dcf` avec rotation 0, 9,4 % et 15 %, via `analysis/python/cases/ch27_revenus.py` (fonction `trajectoires_cas3`) ; valeur DCF : `traite.cas3.valeur_dcf` avec les hypothèses du dossier (chapitre 30) ; graine 20261031

27.6 Exemple intégral : du revenu brut potentiel au revenu brut effectif

Exemple 27.1 : Revenus de première année du cas 3 et du cas 2

L'immeuble sujet du cas 3 est un bâtiment fictif de douze logements (825 m² de superficie locative) construit en 1962 dans Rosemont–La Petite-Patrie, évalué au 1er septembre 2026 ; ses douze baux échoient le 30 juin 2027, aucun n'inclut le chauffage, six comprennent une case de stationnement. Le triplex du cas 2 est un immeuble fictif de 1948 à Limoilou (Québec), évalué à la même date, dont trois baux (deux 5½ et un 4½) totalisent 3 486 $ par mois. Il s'agit d'établir, pour chacun, le revenu brut effectif de la première année selon la convention de l'ouvrage, puis de le situer par rapport au marché. Chaque chiffre provient de `analysis/python/cases/ch27_revenus.py` (fonctions `cascade_cas3` et `cascade_cas2`), qui appelle `traite.cas3.revenus` et `traite.cas2.revenus`.

27.6.1 Cas 3 : la cascade

Le tableau 27.6 présente le calcul complet et la figure 27.3 en donne la lecture graphique. Le point de départ est le RBP au marché, 186 036 $, qui n'est pas un revenu encaissable mais la référence qui permet de mesurer le déficit de loyer de 20 496 $; le RBP contractuel, 165 540 $, en découle et c'est lui qui entre dans la convention. La provision pour inoccupation et mauvaises créances, 3,9 % du RBP contractuel, retranche 6 456,06 $ et laisse des loyers effectifs de 159 083,94 $; les autres revenus ajoutent 9 360 $ et le RBE s'établit à 168 443,94 $, soit 14 037 $ par logement, 204,17 $ par mètre carré et 1,017 5 fois le RBP contractuel. Le taux d'occupation économique est de 85,5 %. Les trois colonnes de droite du tableau expriment

chaque poste en pourcentage du RBP contractuel, par logement et par mètre carré ; ces unités sont celles qui permettent la comparaison avec d'autres immeubles et avec les comparables du chapitre 29.

Tableau 27.6. Cas 3 : du revenu brut potentiel au revenu brut effectif, première année d'exploitation (1er septembre 2026 au 31 août 2027), dollars courants.

Poste	Montant ($)	% du RBP	Par logement ($)	Par m² ($)
Pour mémoire : RBP aux loyers de marché (12 × 15 503 $)	*186 036,00*	*112,4*	*15 503*	*225,50*
Pour mémoire : déficit de loyer (11,0 % du RBP au marché)	*−20 496,00*	*−12,4*	*−1 708*	*−24,84*
Revenu brut potentiel contractuel (12 × 13 795 $)	165 540,00	100,0	13 795	200,65
Moins : inoccupation et mauvaises créances (3,9 %)	−6 456,06	−3,9	−538	−7,83
dont composante frictionnelle ($\rho = 15\,\%, d = 1$ mois : 1,25 %)	−2 069,25	−1,3	−172	−2,51
dont créances, concessions et structurel (2,65 %)	−4 386,81	−2,6	−366	−5,32
Loyers effectifs	159 083,94	96,1	13 257	192,83
Plus : autres revenus (stationnements non inclus, buanderie, rangement)	9 360,00	5,7	780	11,35
Revenu brut effectif (RBE)	**168 443,94**	**101,8**	**14 037**	**204,17**

Taux d'occupation économique $\theta = 0{,}961 \times 0{,}890 = 85{,}5\,\%$; RBE aux loyers de marché (même v, mêmes autres revenus) : 188 140,60 $. Variante « v sur tous les revenus » : (165 540 $ + 9 360 $) × 0,961 = 168 078,90 $, soit 365,04 $ de moins.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `traite.cas3.revenus` via `analysis/python/cases/ch27_revenus.py` ; décomposition de la provision : convention déclarée du dossier ; graine 20261031

Trois observations préparent les chapitres suivants. D'abord, le RBE de 168 444 $ est le revenu que le chapitre 28 grèvera des dépenses normalisées pour obtenir le revenu net d'exploitation de 89 956 $, lequel sera capitalisé au chapitre 29 ; la gestion y étant imputée à 4 % du RBE, toute variation du RBE se répercute à 96 % sur le revenu net. Ensuite, le déficit de loyer de 20 496 $ n'apparaît nulle part dans le RBE : il n'est ni un revenu ni une perte, mais un potentiel, que la capitalisation directe ne saisit que par le taux et que les flux actualisés modélisent par la rotation. Enfin, la décomposition de la provision en une composante frictionnelle de 1,25 %, cohérente avec la rotation de 15 %, et une composante résiduelle de 2,65 % est une convention du dossier ; elle est utile pour la discussion et pour la sensibilité, mais la seule grandeur que le marché observe est la provision totale.

27.6.2 Cas 2 : le triplex

Le triplex du cas 2 illustre la même cascade à petite échelle, avec deux particularités : il n'a pas d'autres revenus, la case de stationnement étant comprise dans un bail, et son déficit de loyer est plus prononcé. Le tableau 27.7 présente les trois baux et le calcul. Le

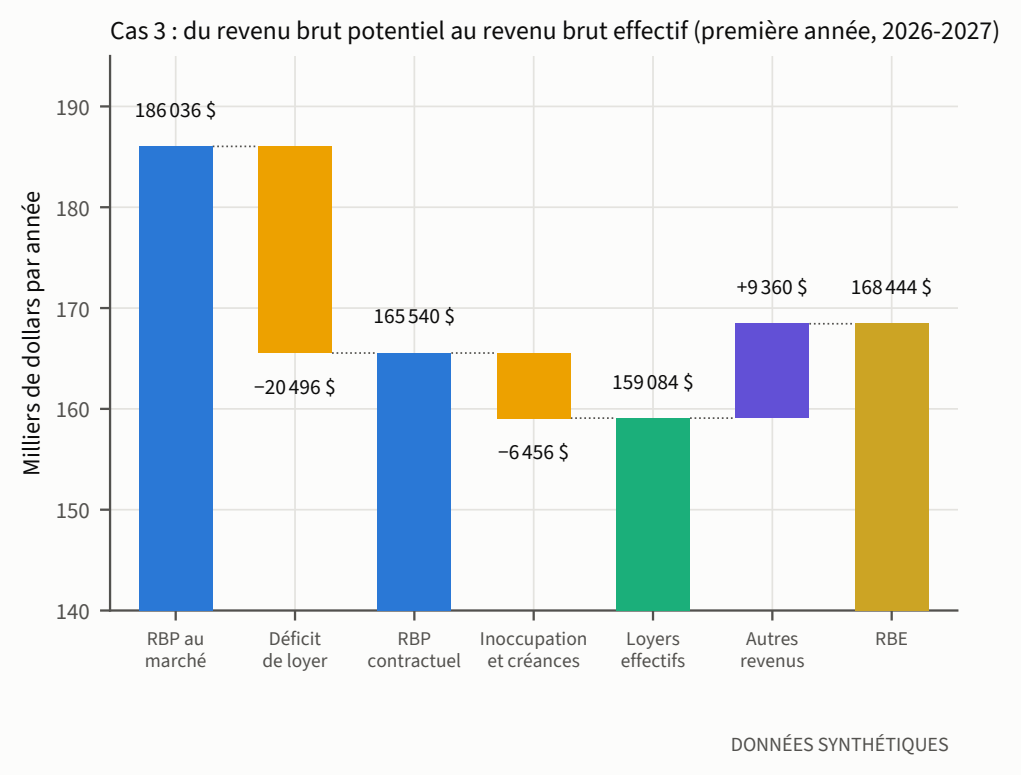


Figure 27.3. Cascade des revenus du cas 3 pour la première année. Du RBP au marché au RBP contractuel, le déficit de loyer retranche 20 496 $; la provision pour inoccupation et pertes retranche 6 456 $; les autres revenus ajoutent 9 360 $. Le revenu brut effectif, 168 444 $, dépasse le RBP contractuel parce que les autres revenus excèdent la provision, mais reste inférieur de 9,5 % au RBP au marché.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch27_figures.py`, graine 20261031

logement du rez-de-chaussée, occupé depuis 2019, et celui du deuxième, occupé depuis 2022, sont respectivement 26,8 % et 16,9 % sous le loyer de marché estimé de 1 430 $ pour un 5½ de Limoilou, tandis que le 4½ du troisième, reloué en 2025, est au marché. Le RBP contractuel est de 41 832 $, le RBP au marché de 49 332 $ et le déficit de 7 500 $, soit 15,2 %. Avec la provision de 3 % du dossier, le RBE est de 40 577,04 $, soit 13 526 $ par logement, et le taux d'occupation économique de 82,3 %. Le chapitre 32 et le chapitre 46 discuteront la nuance propre aux plex achetés par un occupant : si l'acheteur habite le rez-de-chaussée, la provision n'a de sens que pour les deux logements loués, et le RBE de la convention « occupant » s'établit à 40 953,96 $; mais la valeur du logement occupé ne se mesure alors plus par son loyer, et la méthode du revenu cède une partie du terrain à la comparaison.

Tableau 27.7. Cas 2 : état locatif du triplex de Limoilou au 1er septembre 2026 et revenu brut effectif de première année (dollars courants).

Logement	Type	m²	Contrat ($/mois)	Marché ($/mois)	Écart (%)	Locataire depuis
Rez-de-chaussée	5½	92	1 047	1 430	26,8	2019
Deuxième	5½	92	1 188	1 430	16,9	2022
Troisième	4½	78	1 251	1 251	0,0	2025
Total mensuel		262	3 486	4 111	15,2	

RBP contractuel $12 \times 3\,486\,\$ = 41\,832\,\$$; RBP au marché 49 332 $; déficit de loyer 7 500 $ (15,2 %). Inoccupation et pertes (3 % : SCHL Québec 2,4 % + créances ≈ 0,6 %) : −1 254,96 $; autres revenus : nuls (stationnement inclus au bail).

RBE = 40 577,04 $ (13 526 $ par logement) ; RBE aux loyers de marché 47 852,04 $; $\theta = 82{,}3\,\%$; variante occupant (provision sur deux logements) 40 953,96 $.

Source : [données synthétiques] `traite.cas2.revenus` via `analysis/python/cases/ch27_revenus.py` ; `cas2_quebec_loyers.csv`, graine 20261031 ; loyer de marché calibré sur la SCHL, RMR de Québec, octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b)

27.7 Analyse de sensibilité

La provision v entre linéairement dans le RBE, et, par la convention de gestion imputée à une fraction γ du RBE, dans le revenu net ; elle entre donc linéairement dans la valeur par capitalisation directe à taux donné. De $RBE = RBP_c(1 - v) + R_{\text{autres}}$ et $RNE = RBE(1 - \gamma) - DE' - RR$, où DE' regroupe les dépenses qui ne dépendent pas du revenu,

$$\frac{\partial RBE}{\partial v} = -RBP_c, \qquad \frac{\partial RNE}{\partial v} = -RBP_c\,(1-\gamma), \qquad \frac{\partial V}{\partial v} = -\frac{RBP_c\,(1-\gamma)}{R}. \tag{27.10}$$

Pour le cas 3, avec $\gamma = 4\,\%$ et le taux global médian de 4,415 % extrait au chapitre 29, chaque point de pourcentage de provision retranche 1 655 $ au RBE, 1 589 $ au revenu net et 35 995 $ à la valeur, soit 1,8 % de la valeur de base. Le tableau 27.8 et le panneau de droite de la figure 27.4 déroulent la grille : ramener la provision au taux d'inoccupation régional de 2,9 % ajouterait 35 995 $ (1,8 %) ; la porter à 6 %, niveau que la SCHL n'exclut pas pour les grands immeubles neufs mais qui serait sévère pour un petit immeuble de quartier, retrancherait 75 590 $ (3,7 %) ; à 8 %, 147 580 $ (7,2 %). La sensibilité est modérée en comparaison de celle du taux de capitalisation, dont un quart de point déplace la valeur de plus de cinq pour

cent (chapitre 29), et surtout de celle de la trajectoire des loyers (section 27.5) ; elle n'est pas négligeable pour autant, et l'erreur la plus fréquente, qui consiste à reprendre le taux d'inoccupation régional comme provision complète, coûte ici près de deux pour cent de la valeur.

Tableau 27.8. Cas 3 : sensibilité du revenu brut effectif, du revenu net d'exploitation normalisé et de la valeur par capitalisation directe ($R = 4{,}415\ \%$) à la provision pour inoccupation et pertes v ; dollars courants.

v (%)	Provision ($)	RBE ($)	RNE_1 ($)	Valeur ($)	Écart (%)
2,0	3 310,80	171 589,20	92 975,20	2 105 894	+3,36
2,9	4 800,66	170 099,34	91 544,94	2 073 498	+1,77
3,9	6 456,06	168 443,94	89 955,75	2 037 503	0,00
5,0	8 277,00	166 623,00	88 207,65	1 997 908	−1,94
6,0	9 932,40	164 967,60	86 618,47	1 961 913	−3,71
8,0	13 243,20	161 656,80	83 440,10	1 889 923	−7,24

Source : [données synthétiques] `traite.cas3.rne` avec v modifié et `traite.cas3.taux_extraits` (médiane de quarante ventes), via `analysis/python/cases/ch27_revenus.py` (fonction `sensibilite_v`) ; la gestion imputée à 4 % du RBE varie avec v ; graine 20261031

Le panneau de gauche de la figure 27.4 et le tableau 27.4 complètent l'analyse du côté des déterminants de la provision. Deux leçons s'en dégagent. La première est que, pour des durées de vacance d'un mois ou moins, l'inoccupation frictionnelle d'un petit immeuble reste sous un point et demi même avec une rotation élevée ; les provisions de trois à cinq pour cent que la pratique retient incorporent donc nécessairement des créances, des concessions ou un risque structurel, et le rapport doit le dire. La seconde est que la durée de vacance pèse autant que la rotation : passer d'un mois à deux mois double la composante frictionnelle, et c'est dans les marchés détendus, où les logements chers trouvent lentement preneur, que les deux variables se détériorent ensemble. L'évaluateur qui révise sa provision à la hausse parce que la SCHL prévoit une détente doit, par cohérence, réviser aussi la durée de relocation qu'il suppose dans sa projection, et éventuellement la rotation, puisque des locataires qui ont le choix déménagent davantage.

Au Québec : ce que le droit du bail fait au revenu

Quatre règles du Code civil du Québec et de la législation sur le logement façonnent directement les grandeurs de ce chapitre. Premièrement, la vente de l'immeuble ne touche pas aux baux : le nouveau locateur ne peut les résilier (Québec 1991, art. 1937), et le revenu brut potentiel que l'acheteur acquiert est le revenu contractuel, reconduit de plein droit sauf avis donné de trois à six mois avant le terme (Québec 1991, art. 1941 et 1942). Deuxièmement, la hausse des baux reconduits est contestable devant le Tribunal administratif du logement, qui la fixe selon le Règlement sur les critères de fixation de loyer tel que modifié par le décret 1455-2025 : pourcentage de base égal à la moyenne des trois dernières variations annuelles de l'IPC du Québec (3,1 % pour 2026), part des variations de taxes et d'assurances, 5 % des dépenses d'immobilisation (Québec 1985c ; Québec 2025b ; Tribunal administratif du logement 2026d). La trajectoire contractuelle de la section 27.5 en découle ; le loyer de marché n'y joue aucun rôle.

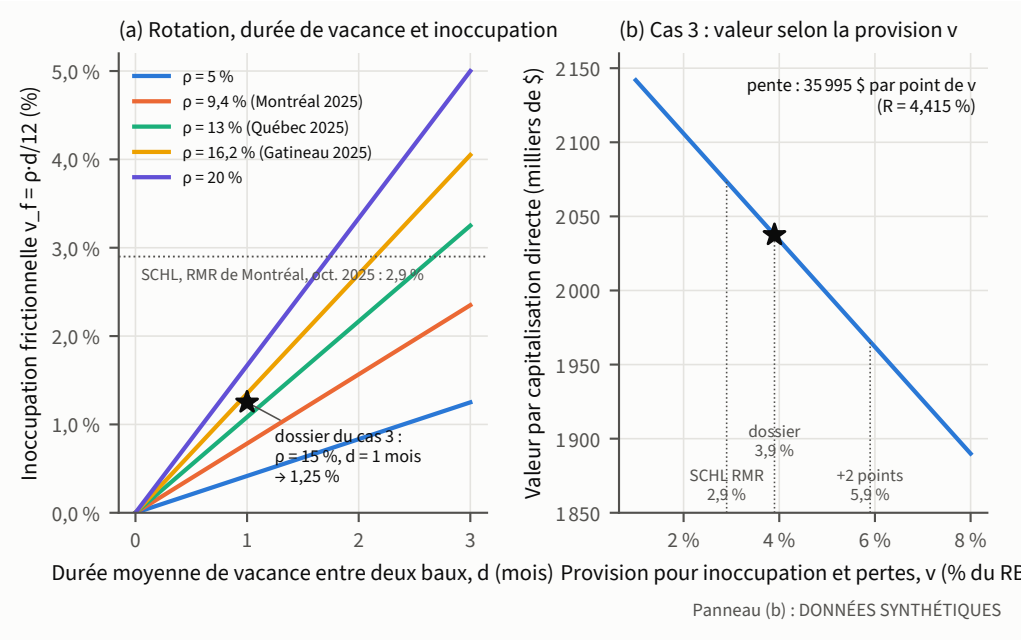


FIGURE 27.4. À gauche, l'inoccupation frictionnelle $v_f = \rho\, d/12$ en fonction de la durée de vacance pour cinq taux de rotation, dont ceux mesurés par la SCHL à Montréal, Québec et Gatineau en 2025 ; l'étoile marque l'hypothèse du cas 3 et la ligne pointillée le taux d'inoccupation d'octobre 2025 de la RMR de Montréal. À droite, la valeur du cas 3 par capitalisation directe selon la provision : une droite de pente −35 995 $ par point, soit 1,8 % de la valeur.

Source : Panneau (a) : équation (27.4) et SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025 (SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT 2025b) ; panneau (b) : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch27_revenus.py`, graine 20261031 ; script `analysis/python/figures/ch27_figures.py`.

Troisièmement, le loyer d'un nouveau bail est libre, mais le nouveau locataire doit être informé du loyer le plus bas payé dans les douze mois précédents (section G du formulaire obligatoire) et peut demander la fixation dans les dix jours (Québec 1991, art. 1896 et 1950) ; les immeubles neufs échappent à la fixation pendant cinq ans à la condition que le bail indique le loyer maximal exigible (Québec 1991, art. 1955). Quatrièmement, aucun dépôt ni aucune somme autre que le loyer ne peut être exigé (Québec 1991, art. 1904), mais la résiliation peut être demandée dès que le retard de paiement excède trois semaines (Québec 1991, art. 1971) : les mauvaises créances sont sans sûreté, mais bornées dans le temps.
Deux dispositions récentes modifient la rotation et donc le rattrapage. La Loi 31 permet au locateur de refuser une cession de bail pour un motif autre qu'un motif sérieux, auquel cas le bail est résilié à la date de cession (Québec 1991 ; Québec 2024b, art. 1978.2) : le loyer bas ne se transmet plus d'un locataire au suivant. La Loi 65 interdit jusqu'au 6 juin 2027 toute éviction aux fins de subdivision, d'agrandissement ou de changement d'affectation, prévoit une fin anticipée du moratoire si le taux d'inoccupation mesuré par la SCHL dans les centres de 10 000 habitants et plus atteint 3 %, et étend la protection des locataires aînés (Québec 2024a, art. 1 et 11) ; elle lie ainsi, pour la première fois, une règle de droit au taux d'inoccupation de l'Enquête sur les logements locatifs, ce qui donne à la lecture des tableaux de la SCHL une portée qui dépasse l'évaluation. À la date du 31 octobre 2026, aucun avis de fin anticipée n'avait été repéré. Pour l'évaluateur, la conséquence est qu'aucune stratégie de repositionnement par éviction ne peut entrer dans la valeur marchande : le scénario de base est la continuation de l'exploitation, avec rattrapage au gré des départs volontaires.

Erreurs fréquentes

- **Capitaliser le revenu brut potentiel au marché alors que les baux sont en place.** Le droit du locateur est grevé des baux ; le revenu de première année est le revenu contractuel. Pour le cas 3, la substitution gonfle le RBE de 11,7 % et la valeur d'autant si le taux n'est pas ajusté.
- **Prendre le taux d'inoccupation de la SCHL pour la provision complète.** Il mesure les logements vides en octobre dans l'ensemble d'un parc ; il ignore les créances, les concessions, la saisonnalité et le segment. C'est une borne inférieure, à compléter par couches déclarées.
- **Appliquer le taux global de la RMR à un immeuble dont le segment est documenté.** Les tableaux par taille d'immeuble, par année de construction et par quartile de loyer existent ; un 6-19 logements de l'île à 2,2 % n'est pas une tour neuve à 5,6 %.
- **Supposer une rotation élevée pour accélérer le rattrapage des loyers et une inoccupation frictionnelle faible.** Les deux dépendent de ρ ; l'équation (27.4) impose la cohérence.
- **Compter une concession dans le loyer effectif et dans la provision.** Un mois gratuit sur douze se traite dans l'un ou dans l'autre, jamais dans les deux (équation (27.5)).

- **Inclure dans les autres revenus des frais que le droit québécois interdit** (frais de retard, dépôts, suppléments), ou des revenus non stabilisés ; et omettre les dépenses qui leur sont liées.
- **Appliquer au sujet une convention de RBE différente de celle des comparables** (v sur les loyers seuls ou sur tous les revenus ; autres revenus inclus ou non). L'écart est petit sur le revenu, systématique sur le taux extrait.
- **Projeter les loyers à un taux unique.** La trajectoire d'un immeuble sous encadrement dépend de g_c, de g_m, de la rotation et de l'ordre des départs ; sans rotation, l'écart au marché se creuse, et la valeur du cas 3 baisse de 20 %.
- **Reprendre les revenus du formulaire de fixation du Tribunal comme revenus d'évaluation.** Ce sont des loyers de décembre multipliés par douze, sans inoccupation ni loyers de marché, destinés à répartir des dépenses.

Limites et mises en garde

L'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL ne couvre que les appartements d'initiative privée des immeubles de trois logements et plus dans les centres de 10 000 habitants et plus ; les duplex, les logements dans des maisons, les copropriétés louées et les petites municipalités en sont exclus, et les cellules des petits segments sont souvent de qualité « c » ou « d » ou supprimées, ce qui limite la finesse de la borne inférieure. Le taux d'octobre est une mesure de basse saison pour les marchés à baux synchronisés au 1er juillet. Aucune statistique publique ne mesure la vacance économique, les mauvaises créances ou la durée de relocation des petits immeubles québécois ; les décompositions de la provision présentées pour les cas 2 et 3 sont des conventions de dossiers synthétiques, et les ordres de grandeur « d'un demi à un point » pour les créances relèvent de la pratique, non d'une enquête. Les loyers de marché des cas sont des estimations calibrées sur des moyennes de zone de la SCHL, non des loyers demandés observés. Le pourcentage de base du Tribunal pour 2027 n'était pas publié au 31 octobre 2026 ; la croissance contractuelle de 3,1 % des projections est celle de 2026, maintenue constante faute de connaître les IPC futurs, et elle omet la part des taxes, des assurances et des immobilisations, qui relève du chapitre 34. La règle de l'article 1971 C.c.Q. (retard de plus de trois semaines) est citée d'après sa formulation courante ; son texte à jour n'a pas été relu pour ce chapitre et figure comme partiellement vérifié au registre des affirmations. Enfin, les données des cas sont synthétiques : la concordance entre la provision de 3,9 % et les données de la SCHL résulte de la calibration et ne vaut pas validation.

À retenir

- $RBP_c = 12 \sum L_i$ (baux en place), $RBP_m = 12 \sum M_i$ (marché), déficit de loyer $\Delta_L = RBP_m - RBP_c$; le revenu de première année d'un immeuble grevé de baux est RBP_c ; RBP_m mesure le potentiel et borne la projection. Cas 3 : 165 540 $ contre 186 036 $, déficit de 11,0 % concentré dans les baux anciens.
- Inoccupation physique (état du parc à une date), disponibilité et vacance économique (part du RBP non encaissée sur l'année) sont trois notions ; la provision v est la

troisième. La SCHL mesure la première, en octobre, sur les immeubles de trois logements et plus ; c'est une borne inférieure à lire par segment (taille, âge, quartile), avec les lettres de qualité.
- $v_f = \rho\, d/12$: la vacance frictionnelle est le produit de la rotation et de la durée de vacance ; Montréal 2025 : $\rho = 9{,}4\,\%$; un mois de vacance donne moins d'un point. Les provisions usuelles de trois à cinq pour cent incluent donc créances, concessions et risque structurel, à déclarer.
- $RBE = RBP_c(1 - v) + R_{\text{autres}}$ (convention de l'ouvrage) ; les autres revenus sont stabilisés, au marché, cohérents avec les dépenses ; la convention doit être la même pour le sujet et les comparables. Cas 3 : $RBE = 168\,443{,}94\,\$$, $\theta = 85{,}5\,\%$; cas 2 : $RBE = 40\,577{,}04\,\$$, $\theta = 82{,}3\,\%$.
- La projection distingue g_c (TAL, 3,1 % en 2026, moyenne mobile de l'IPC), g_m (marché) et ρ (rotation) ; sans rotation l'écart au marché se creuse ; avec 15 %, il se referme en sept ans ; la valeur du cas 3 varie de 1 756 414 $ à 2 208 566 $ selon la rotation.
- Sensibilité : $\partial V/\partial v = -RBP_c(1-\gamma)/R$, soit 35 995 $ ou 1,8 % de la valeur par point de v pour le cas 3 ; la trajectoire des loyers pèse dix fois plus. Déclarer v, ρ, d, g_c, g_m et leur cohérence.

Exercices

Exercice 27.1 — Revenu brut potentiel et déficit de loyer ★

Un immeuble de six logements présente les loyers mensuels contractuels suivants : 895, 910, 1 040, 1 150, 1 225 et 1 310 $; les loyers de marché estimés sont de 1 100, 1 100, 1 150, 1 250, 1 300 et 1 350 $. Calculer le RBP contractuel, le RBP au marché, le déficit de loyer en dollars et en pourcentage du RBP au marché, et l'écart relatif de chaque logement. Quel RBP retenir pour la capitalisation directe du chapitre 29, et pourquoi ?

Exercice 27.2 — Trois conventions de revenu brut effectif ★

Pour l'immeuble de l'exercice 27.1, la provision pour inoccupation et pertes est de 4 % et les autres revenus (stationnement et buanderie) de 4 800 $ par an. Calculer le RBE selon la convention de l'ouvrage, selon la convention qui applique la provision à l'ensemble des revenus et selon une convention intermédiaire où la moitié de la provision s'applique aux autres revenus. Commenter les écarts et dire quelle règle doit primer dans le choix d'une convention.

Exercice 27.3 — Inoccupation frictionnelle à Québec ★★

La SCHL mesurait en octobre 2025 un taux de rotation de 13 % et un taux d'inoccupation de 2,4 % dans la RMR de Québec. Calculer l'inoccupation frictionnelle d'un immeuble dont les logements libérés restent vacants un mois, puis un mois et demi, en moyenne ;

ajouter une provision de 0,5 % pour les mauvaises créances et comparer la provision totale au taux de la SCHL. Quelle durée moyenne de vacance reproduirait exactement 2,4 % avec la rotation de 13 % ? Expliquer pourquoi le taux d'octobre et la vacance frictionnelle annuelle ne mesurent pas la même chose.

Exercice 27.4 — Concession et double comptage ★★

Un logement neuf est loué 1 300 $ par mois sur un bail de douze mois avec un mois gratuit. Calculer le loyer mensuel effectif et le revenu annuel effectif. Un collègue inscrit le loyer effectif dans le RBP *et* retranche une provision pour concession de un douzième : quel revenu obtient-il et quelle est l'erreur ? Montrer qu'un bail de vingt-quatre mois avec deux mois gratuits conduit au même loyer effectif, et discuter le traitement à retenir si les comparables ont été analysés sur loyers nominaux.

Exercice 27.5 — Le triplex du cas 2 ★★

À partir du fichier `cas2_quebec_loyers.csv`, reconstituer le RBP contractuel, le RBP au marché, le déficit de loyer, la provision de 3 % et le RBE du triplex de Limoilou, puis le RBE aux loyers de marché et le taux d'occupation économique. Calculer ensuite le RBE de la convention « occupant » dans laquelle l'acheteur habite le rez-de-chaussée et où la provision ne s'applique qu'aux deux logements loués. Expliquer pourquoi cette dernière convention ne suffit pas à évaluer un plex d'occupant.

Exercice 27.6 — Projection d'un petit immeuble sous encadrement ★★★

Un immeuble de quatre logements a des loyers mensuels de 900, 950, 1 000 et 1 100 $; le loyer de marché est de 1 200 $ pour chacun. Les baux reconduits sont indexés de 3,1 % par an, le marché croît de 3,5 % par an et un logement se libère chaque année, toujours celui dont le rapport entre loyer contractuel et loyer de marché est le plus faible, pour être reloué au marché. Calculer, pour les années 1 à 4, les loyers de chaque logement, le RBP, le RBP au marché et l'écart relatif ; comparer avec la trajectoire d'indexation seule. En quoi l'ordre des départs est-il une hypothèse favorable au locateur ?

Exercice 27.7 — Provision et valeur ★★★

Pour le cas 3, en utilisant `traite.cas3.rne` et le taux global médian de 4,415 %, calculer le RBE, le revenu net normalisé et la valeur par capitalisation directe lorsque la provision est de 2,9 % (taux régional de la SCHL) et de 5,9 % (deux points au-dessus du dossier). Vérifier que la variation de valeur est exactement linéaire en v et retrouver la pente par l'équation (27.10) en tenant compte de la gestion imputée à 4 % du RBE. Pourquoi la sensibilité à v est-elle linéaire alors que celle au taux R ne l'est pas ?

Exercice 27.8 — Lire les tableaux de la SCHL pour un immeuble donné ★★★

À partir du tableau 27.3, calculer le rapport entre l'inoccupation du quatrième et du premier quartile de loyer de la RMR de Montréal, et le rapport entre le loyer moyen des logements inoccupés et celui des logements occupés de l'île, pour l'ensemble des logements et pour les deux chambres. Un client vous soumet un immeuble de 2019 de quarante logements dont les loyers se situent dans le quartile supérieur, avec un loyer demandé pour les logements vacants supérieur de 20 % aux loyers en place. Quelles bornes et quelles mises en garde ces tableaux suggèrent-ils pour le loyer de marché des logements vacants, pour la provision v et pour la durée de relocation ? Rédiger la justification en dix lignes.

Pour aller plus loin

Appraisal Institute (2026) consacrent un chapitre à l'analyse des revenus (revenu potentiel, vacance et pertes, autres revenus, revenu effectif) qui reste la référence professionnelle nord-américaine, et l'édition canadienne de UBC Real Estate Division (2010) en transpose le vocabulaire ; Fisher et Martin (2007) et Brueggeman et Fisher (2022) présentent la même cascade avec de nombreux exemples et insistent sur la cohérence entre le revenu stabilisé et le taux. Pour comprendre d'où vient l'inoccupation et pourquoi elle ne tombe jamais à zéro, DiPasquale et Wheaton (1996) offrent le cadre du marché des espaces et du taux de vacance naturel, et Wheaton (1999) relie la vacance au cycle immobilier ; Sivitanidou et Sivitanides (1999) montrent que la vacance d'un marché se lit jusque dans ses taux de capitalisation. Du côté de l'encadrement des loyers, qui gouverne au Québec la trajectoire contractuelle, Arnott (1995) donne la grille de lecture des contrôles de deuxième génération et Kholodilin (2024) la revue quasi exhaustive de leurs effets empiriques sur les loyers, l'offre et la mobilité ; le chapitre 34 en tire les scénarios. Enfin, les sources publiques à consulter avant toute conclusion sur un revenu au Québec sont le Rapport sur le marché locatif de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025a) et ses tableaux de données par centre (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), la page des pourcentages applicables du Tribunal administratif du logement (2026d) et le Règlement sur les critères de fixation de loyer dans sa version du décret 1455-2025 (Québec 1985c ; Québec 2025b).

28

Dépenses, réserves, CAPEX et RNE

Le revenu net d'exploitation est le pivot de toute la méthode du revenu : c'est lui que la capitalisation directe convertit en valeur, lui qui ouvre la projection des flux actualisés, lui que le prêteur rapporte au service de la dette. Or ce chiffre n'existe pas dans les livres du propriétaire ; il faut le *construire* à partir d'un revenu brut effectif établi au chapitre 27 et d'un ensemble de dépenses que l'évaluateur doit classer, vérifier, compléter et normaliser. Ce chapitre traite de la moitié « dépenses » de cette construction. Il fixe d'abord le périmètre du revenu net, c'est-à-dire ce qui entre dans les dépenses d'exploitation et ce qui en est exclu, puis il passe en revue les postes propres au marché québécois, où les taxes foncières se calculent sur une valeur au rôle triennale et où l'encadrement des loyers donne aux dépenses une portée réglementaire particulière. Il expose ensuite la normalisation des dépenses historiques, la question centrale de la réserve de remplacement et des dépenses en capital, et les ratios de référence disponibles, avant d'appliquer l'ensemble aux deux dossiers de l'ouvrage, l'immeuble de douze logements de Rosemont (cas 3) et le triplex de Limoilou (cas 2). Le chapitre 29 reprend le revenu net ainsi obtenu pour le capitaliser ; le chapitre 30 y ajoute les dépenses en capital dans les flux ; le chapitre 47 réunit le dossier complet.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- définir le revenu net d'exploitation, délimiter les dépenses d'exploitation par rapport au service de la dette, à l'impôt, à l'amortissement comptable, aux dépenses en capital et aux frais d'acquisition, et classer chaque poste comme fixe, variable ou réserve ;
- identifier et vérifier les postes québécois (taxes municipales et scolaires calculées sur la valeur au rôle, assurances, énergie des aires communes, entretien, conciergerie, déneigement, gestion, honoraires, publicité) à partir des sources appropriées ;
- normaliser un historique de dépenses poste par poste : règles de recalcul, indexation, élimination des événements non récurrents, imputation des dépenses qu'un propriétaire-occupant n'inscrit pas ;
- distinguer la réserve de remplacement des dépenses en capital, calculer une réserve par la méthode linéaire et par le fonds d'amortissement, et démontrer pourquoi la convention retenue doit être la même pour le sujet et pour les ventes dont on extrait

le taux ;
- situer un ratio de dépenses par rapport aux références disponibles et expliquer ce qu'il mesure réellement ;
- calculer le revenu net d'exploitation, le revenu net par logement et par mètre carré, et mesurer leur sensibilité à la réserve, au taux de taxe et au taux de gestion.

28.1 Du revenu brut effectif au revenu net d'exploitation

28.1.1 Définition et périmètre

Le chapitre 27 a conduit du revenu brut potentiel (*RBP*), somme des loyers contractuels annualisés, au revenu brut effectif (*RBE*), qui en retranche l'inoccupation et les mauvaises créances et y ajoute les autres revenus. Le revenu net d'exploitation (RNE, *net operating income*) s'obtient en déduisant du revenu brut effectif les dépenses nécessaires pour produire ce revenu et maintenir la capacité de l'immeuble à le produire :

$$RNE = RBE - DE - RR, \tag{28.1}$$

où DE désigne les dépenses d'exploitation normalisées et RR la réserve de remplacement. L'annexe des conventions de calcul (chapitre D) fixe la convention de l'ouvrage : la réserve est incluse dans le revenu net utilisé en capitalisation directe, et les dépenses en capital ponctuelles sont traitées explicitement dans les flux actualisés, jamais les deux à la fois. La section 28.5 justifie cette convention et en démontre les conséquences.

Définition 28.1 : Dépenses d'exploitation

Les **dépenses d'exploitation** (*operating expenses*) sont les débours périodiques qu'un propriétaire typique doit engager pour maintenir le revenu brut effectif et l'état de l'immeuble à un niveau stable, pendant la période à laquelle se rapporte ce revenu. Elles comprennent les taxes foncières, les assurances, l'énergie et les services fournis par le propriétaire, l'entretien et les réparations courantes, la conciergerie, le déneigement et l'entretien des terrains, la gestion, les honoraires professionnels récurrents et les frais de location. Elles excluent le service de la dette, l'impôt sur le revenu du propriétaire, l'amortissement comptable, les dépenses en capital, les frais d'acquisition et de disposition, et toute dépense personnelle du propriétaire.

Le périmètre ainsi tracé est celui de la valeur marchande : le revenu net mesure ce que l'*immeuble* produit, indépendamment de la façon dont son propriétaire actuel l'a financé et de sa situation fiscale. Le service de la dette en est exclu parce que la dette appartient au propriétaire et non à l'immeuble ; deux acheteurs du même bien peuvent l'acquérir l'un comptant, l'autre à 75 % de dette, sans que la valeur marchande change. L'impôt sur le revenu en est exclu pour la même raison. L'amortissement comptable n'est pas une dépense mais une écriture, dont le montant dépend des règles fiscales et de la base d'acquisition ; la dépréciation réelle de l'immeuble est prise en compte, selon les cas, par la réserve de remplacement, par les dépenses en capital des flux actualisés ou par le taux de capitalisation lui-même (chapitre 29). Enfin, les droits sur les mutations immobilières, les honoraires

d'acquisition et les frais de notaire sont des coûts ponctuels de l'acquéreur ; ils interviennent dans l'analyse d'investissement et dans les flux actualisés au titre des coûts d'acquisition, jamais dans le revenu net récurrent.

Les manuels nord-américains présentent cette construction sous la forme d'un **état des résultats reconstitué** (*reconstructed operating statement*), par opposition à l'état des résultats comptable du propriétaire (Appraisal Institute 2026 ; Fisher et Martin 2007). L'adjectif compte : l'évaluateur ne reprend pas les chiffres du vendeur, il les reconstitue pour un propriétaire typique, à la date d'évaluation et pour les douze mois qui suivent. Geltner et al. (2014) insistent sur le fait que le revenu net ainsi défini est une mesure de *capacité*, non de trésorerie : le flux de trésorerie du propriétaire s'en écarte par le service de la dette, l'impôt et les dépenses en capital effectivement décaissées.

28.1.2 Les indicateurs dérivés

Trois rapports accompagnent systématiquement le revenu net. Le **ratio de dépenses** (*operating expense ratio*),

$$\rho = \frac{DE + RR}{RBE}, \tag{28.2}$$

mesure la part du revenu brut effectif absorbée par l'exploitation ; son complément $1 - \rho = RNE/RBE$ est la marge nette. Le revenu net par logement, RNE/n, et le revenu net par mètre carré de surface locative, RNE/S, permettent de comparer des immeubles de tailles différentes ; de même, les dépenses par logement, $(DE + RR)/n$, se comparent aux barèmes de référence et aux ventes analysées. Ces indicateurs servent à la vérification (un ratio hors norme signale un oubli ou une anomalie), à la comparaison (les ventes dont on extrait un taux doivent avoir un ratio compatible) et à la communication, mais ils ne remplacent jamais la décomposition poste par poste, seule vérifiable. La section 28.6 montre que le ratio dépend autant du niveau des loyers que de celui des dépenses, de sorte qu'un ratio « élevé » peut traduire des loyers bas plutôt qu'une exploitation coûteuse.

28.2 Classement des dépenses : fixes, variables, réserves

28.2.1 Trois comportements

Le classement traditionnel distingue les dépenses selon leur réaction au taux d'occupation et au niveau d'activité de l'immeuble. Les **dépenses fixes** ne varient pas, à court terme, avec l'occupation : les taxes foncières sont dues que l'immeuble soit plein ou vide, et la prime d'assurance couvre le bâtiment, non ses locataires. Les **dépenses variables** croissent avec l'occupation et l'usage : l'énergie des aires communes et surtout le chauffage inclus dans les baux, l'entretien, la conciergerie, les frais de location et la gestion lorsqu'elle est rémunérée en pourcentage des revenus perçus. La **réserve de remplacement** (*replacement allowance*) forme une troisième catégorie : ce n'est pas un débours de l'exercice mais une dotation annuelle qui lisse le coût des composantes à vie courte, électroménagers, revêtements, chauffe-eau, peinture, dont le remplacement est certain mais irrégulier.

Si F désigne le total des dépenses fixes, c le coût variable moyen par logement occupé et $n_o = n(1 - v)$ le nombre moyen de logements occupés, les dépenses d'exploitation hors réserve s'écrivent, en première approximation,

$$DE = F + c\,n(1 - v) + m\,RBE, \tag{28.3}$$

où m est le taux de gestion appliqué au revenu brut effectif. Cette décomposition rend visible une propriété essentielle du revenu net : sa sensibilité au taux d'inoccupation est amplifiée par la part des dépenses fixes. Puisque $RBE \approx RBP(1 - v)$, une hausse d'un point de l'inoccupation fait perdre un pour cent du revenu brut mais n'économise que le coût variable des logements vides ; la part fixe, qui ne bouge pas, pèse alors sur un revenu réduit. Pour le cas 3, les dépenses fixes représentent 29,7 % des dépenses totales ; pour le triplex du cas 2, 52,7 %, parce que les taxes et l'assurance pèsent lourd dans un petit immeuble dont le propriétaire fait lui-même une partie de l'entretien. Le tableau 28.1 résume le classement et son usage dans la normalisation.

Tableau 28.1. Classement des dépenses d'exploitation selon leur comportement, avec la règle de normalisation habituellement associée.

Catégorie	Postes typiques	Comportement à court terme	Normalisation habituelle
Fixes	taxes municipales et scolaires, assurances, tarifications par logement	indépendantes de l'occupation ; révisées par des tiers (municipalité, ministre, assureur)	recalcul à partir des règles en vigueur (rôle × taux ; prime renouvelée)
Variables	énergie des aires communes et chauffage inclus, entretien et réparations, conciergerie, déneigement et paysagement, honoraires, publicité et location, gestion	croissent avec l'occupation, l'usage et le niveau général des prix ; la gestion suit les revenus	dernière année indexée, ou moyenne indexée si la dernière année est atypique ; gestion en pourcentage du RBE
Réserve de remplacement	électroménagers, chauffe-eau, revêtements de sol, peinture et finition	dotation lissée, indépendante des décaissements de l'exercice	montant par logement calculé par composantes ou retenu par convention, cohérent avec le taux extrait
Exclus du revenu net	service de la dette, impôt sur le revenu, amortissement comptable, dépenses en capital, droits de mutation, frais d'acquisition, dépenses personnelles	non liés à l'exploitation de l'immeuble, ou ponctuels	retirés de l'état du propriétaire ; les CAPEX passent dans les flux actualisés

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026) et Fisher et Martin (2007) et la convention de l'chapitre D.

28.2.2 Pourquoi le classement importe

Le classement n'est pas un exercice de taxonomie. Il détermine d'abord la *règle de normalisation* de chaque poste : une dépense fixe se recalcule à partir des règles qui la fixent, une dépense variable s'indexe ou se compare à des barèmes, une réserve se dote. Il détermine ensuite la *projection* : dans les flux actualisés du chapitre 30, les dépenses fixes suivent leur

propre calendrier (rôle triennal, renouvellement de la police), les dépenses variables suivent l'inflation des services et l'occupation prévue. Il structure enfin l'*analyse de risque* : le ratio des dépenses fixes au revenu brut mesure le levier opérationnel de l'immeuble, c'est-à-dire la proportion dans laquelle une baisse de revenu se transmet au revenu net. Avec un ratio total de 46,6 % et des dépenses fixes de 13,8 % du revenu brut effectif, le cas 3 a une élasticité du revenu net au revenu brut effectif de 1,80 lorsque seule la gestion, proportionnelle aux revenus, s'ajuste : une baisse de un pour cent du revenu brut effectif réduit le revenu net de 1,8 %, et la section 28.8 montre qu'un dollar de dépense pèse autant qu'un dollar de revenu.

28.3 Les postes québécois

Les postes d'un état de dépenses québécois ne diffèrent pas fondamentalement de ceux des autres marchés nord-américains, mais trois particularités les colorent : les taxes foncières sont calculées sur une valeur au rôle triennale et non sur le prix payé, l'assurance habitation a connu une inflation rapide, et l'encadrement des loyers par le Tribunal administratif du logement donne à plusieurs dépenses une seconde vie réglementaire, puisque leur variation entre dans le calcul des hausses de loyer. Le tableau 28.2 présente chaque poste, sa base de calcul et la source où l'évaluateur le vérifie, avec le montant normalisé du cas 3.

28.3.1 Taxes municipales et scolaires

Les taxes foncières sont la dépense fixe la plus importante et la plus facile à vérifier, à condition de respecter leur mécanique. Le chapitre 9 l'a établie en détail : la taxe municipale est le produit de la valeur inscrite au rôle d'évaluation par le taux de la catégorie à laquelle appartient l'unité, auquel s'ajoutent les taxes spéciales et les tarifications fixes par logement ; la taxe scolaire est le produit de l'évaluation uniformisée ajustée qui excède 25 000 $ par un taux provincial unique (Québec 1988, art. 303 à 303.6). Pour l'évaluateur, trois conséquences en découlent. D'abord, la taxe se *recalcule*, elle ne s'indexe pas : le compte de l'exercice précédent n'a d'intérêt que pour vérifier le recalcul, car un nouveau rôle ou un nouveau taux peut la faire varier de dix ou quinze pour cent d'un coup alors que l'inflation générale est de trois. Ensuite, la base est la valeur au rôle en vigueur, non la valeur que l'évaluateur est en train d'estimer ni le prix auquel l'immeuble pourrait se vendre, puisque la vente ne modifie pas en elle-même l'inscription au rôle (chapitre 9 et chapitre 29). Enfin, le taux applicable dépend de la catégorie : plusieurs villes, dont Québec et Gatineau, appliquent aux immeubles de six logements et plus un taux distinct de celui des petits immeubles résidentiels, et le tableau 9.3 rassemble les taux vérifiés pour les trois villes des dossiers de cas.

Pour le cas 3, la valeur au rôle 2026-2028 est de 2 200 000 $ et la taxe foncière générale résidentielle de Montréal pour 2026, telle que rapportée par la presse, est de 0,463 1 $ par 100 $ (Le Devoir 2026 ; Ville de Montréal 2026e), d'où une taxe municipale normalisée de $2\,200\,000\,\$ \times 0{,}004\,631 = 10\,188{,}20\,\$$. La taxe scolaire 2026-2027 est de 0,078 99 $ par 100 $ (Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026) ; appliquée à la valeur au rôle entière, elle donne 1 737,78 $, et l'exemption des premiers 25 000 $ ne réduirait ce montant que de 19,75 $, écart que la bibliothèque néglige par simplicité et que l'exercice 28.3 chiffre. La taxe recalculée est *inférieure* au compte de 2025 (10 631 $), ce qui doit alerter : le compte réel comprend les taxes d'arrondissement et d'éventuelles taxes spéciales, dont le taux n'a pu être vérifié dans un document officiel lisible ; le dossier synthétique ne modélise que la taxe générale, et la section 28.8 mesure ce qu'un compte indexé de la hausse moyenne

Tableau 28.2. Postes de dépenses d'un immeuble locatif au Québec : base de calcul, pièce ou source de vérification, et montant normalisé du cas 3 (douze logements, Montréal, première année).

Poste	Base de calcul	Vérification	Cas 3 ($)	% RBE
Taxes municipales	valeur au rôle × taux de la catégorie ; tarifications par logement selon la ville	compte de taxes, règlement annuel, rôle en ligne	10 188,20	6,0
Taxe scolaire	évaluation uniformisée ajustée — 25 000 $, × taux provincial unique	compte du centre de services scolaire ; avis du ministre	1 737,78	1,0
Assurances	prime de la police incendie et responsabilité en vigueur	police, avis de renouvellement	11 391,80	6,8
Électricité des aires communes	kWh des compteurs communs × tarif D	factures Hydro-Québec	4 387,80	2,6
Chauffage des aires communes	gaz ou électricité des espaces communs ; chauffage inclus des logements le cas échéant	factures du distributeur ; baux (section « services »)	2 978,76	1,8
Entretien et réparations	travaux courants, fournitures, contrats	factures, grand livre ; barème de référence par logement	11 745,09	7,0
Conciergerie	salaires ou contrat, charges sociales, logement fourni valorisé	contrat, relevés de paie	10 139,32	6,0
Déneigement et paysagement	contrats saisonniers	contrats	6 886,58	4,1
Frais juridiques et comptables	honoraires récurrents (tenue de livres, TAL, recouvrement)	factures	2 833,53	1,7
Publicité et location	annonces, vérification des candidats, commissions	factures	1 358,57	0,8
Gestion	pourcentage du revenu brut effectif, imputé même en autogestion	contrat de gestion ou barème	6 737,76	4,0
Réserve de remplacement	dotation par logement (composantes à vie courte)	convention déclarée, calcul par composantes	8 103,00	4,8
Total			78 488,19	46,6

Source : [données synthétiques] `traite.cas3.depenses_normalisees` via `analysis/python/cases/ch28_depenses.py`, graine 20261031 ; taux de taxes : Le Devoir (2026) et Centre de services scolaire des Hautes-Rivières (2026) ; aucune tarification distincte de l'eau dans le dossier.

annoncée pour Rosemont, 5,3 %, changerait au revenu net. Pour le triplex du cas 2, à Québec, le recalcul au taux de 0,746 4 $ par 100 $ pour les immeubles de un à cinq logements, soit 495 000 $ × 0,007 464 = 3 694,68 $, auquel s'ajoutent les tarifs de 386 $ par logement pour l'aqueduc et l'égout et de 195 $ par logement pour les matières résiduelles (Ville de Québec 2026d), donne 5 437,68 $; le compte déclaré du dossier est de 5 900 $, et la différence de 462 $ illustre la part des taxes spéciales et de secteur qu'un recalcul au seul taux général ne capte pas.

28.3.2 Assurances

La prime d'assurance couvre le bâtiment contre l'incendie et les autres risques, la responsabilité civile du propriétaire et, selon les contrats, la perte de revenus locatifs. C'est le poste fixe qui a le plus augmenté au cours de la dernière décennie : le Bureau d'assurance du Canada rapporte une prime moyenne d'assurance habitation de 1 103 $ au Québec en 2024, en hausse de 9 % sur un an et de 63 % en dix ans (Bureau d'assurance du Canada 2025). Cette statistique porte sur les ménages, toutes formes d'habitation confondues, et non sur les immeubles locatifs ; aucune statistique publique ne décrit la prime d'un immeuble de douze logements, de sorte que la seule base de normalisation est la police en vigueur. Pour le cas 3, la prime de 2025 (11 060 $, soit 922 $ par logement) a été retenue comme base et indexée de trois pour cent, parce que le propriétaire a changé d'assureur en 2025 après une hausse de 9,9 % en 2024 ; la moyenne indexée des trois exercices aurait donné 12 437 $, soit 1 046 $ de plus, et le choix entre les deux conventions, discuté à la section 28.4, dépend de la lecture que l'évaluateur fait de l'événement.

28.3.3 Énergie des aires communes et chauffage inclus

Dans la plupart des immeubles locatifs québécois construits après les années 1960, chaque logement a son propre compteur et le locataire paie son électricité, y compris le chauffage, ce que les douze baux du cas 3 confirment (aucun chauffage inclus). Le propriétaire n'assume alors que l'énergie des aires communes : éclairage des corridors et de l'extérieur, buanderie, chauffage du vestibule et des espaces de service, souvent au gaz dans les immeubles d'avant 1975. Lorsque le chauffage est inclus dans les baux, comme c'est fréquent dans les immeubles plus anciens et dans les logements chauffés à l'eau chaude ou au mazout, le poste devient le plus important des postes variables et le plus sensible aux prix de l'énergie et à la rigueur de l'hiver ; il faut alors normaliser sur plusieurs exercices, en degrés-jours si les données le permettent, et vérifier que le loyer contractuel reflète bien l'inclusion. Le chapitre 26 traite de la normalisation des loyers selon les services inclus.

L'électricité se vérifie par les factures et se projette par le tarif. Le tarif D d'Hydro-Québec en vigueur le 1er avril 2026 comporte une redevance de 46,154 ¢ par jour, un prix de 7,065 ¢ par kilowattheure jusqu'à 40 kWh par jour et de 11,142 ¢ au-delà (Hydro-Québec 2026b) ; la Régie de l'énergie a autorisé une hausse de 3,0 % pour la clientèle domestique en 2026 et prévoit 3,0 % en 2027 et 2,6 % en 2028 (Régie de l'énergie 2026). Ces hausses, voisines de l'inflation générale de 3,1 % mesurée par l'indice des prix à la consommation du Québec en septembre 2026 (Statistique Canada 2026b), justifient que le dossier indexe l'énergie au même taux de trois pour cent que les autres postes variables. Le gaz naturel, en revanche, a connu des variations beaucoup plus amples : les pourcentages publiés par le Tribunal administratif du logement pour les avis donnés avant le 1er janvier 2026 étaient de −5,8 %

pour le gaz en 2025 et de +13,7 % en 2026 (Tribunal administratif du logement 2026d), ce qui rappelle que l'indexation uniforme est une simplification à déclarer.

28.3.4 Entretien, réparations, conciergerie et services extérieurs

L'entretien et les réparations regroupent les travaux courants qui maintiennent l'immeuble en état sans en prolonger la vie ni en augmenter la valeur : plomberie, serrurerie, réparations de surface, fournitures, petits contrats. La frontière avec les dépenses en capital est la question la plus fréquente de la normalisation, et la section 28.5 y revient. Le barème de la Société canadienne d'hypothèques et de logement pour les immeubles locatifs du Québec, daté d'avril 2015 et fourni « à titre indicatif », retenait 500 $ par logement pour l'entretien et les réparations, 125 $ à 300 $ par logement pour les salaires selon la taille de l'immeuble, et 100 $ par logement de réserve pour la cuisinière et le réfrigérateur (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015). Ces montants sont vieux de plus de dix ans et aucune mise à jour publique n'a été trouvée ; ils ne peuvent servir qu'après indexation explicite et comme ordre de grandeur, ce que la section 28.6 fait. Pour le cas 3, l'entretien normalisé de 11 745 $ représente 979 $ par logement, soit près du double du barème de 2015 avant indexation, ce qui est plausible pour un immeuble de 1962.

La conciergerie désigne la rémunération, en salaire ou en contrat, de la personne qui assure le ménage des aires communes, les menues réparations et la présence sur place ; dans les immeubles plus grands, elle comprend un logement fourni dont la valeur locative doit alors être ajoutée aux revenus et aux dépenses pour que les ratios restent comparables. Le déneigement et l'aménagement paysager sont des contrats saisonniers dont les prix ont progressé plus vite que l'inflation ces dernières années ; le cas 3 montre une hausse de 12,2 % entre 2023 et 2025. Ces postes se vérifient par les contrats et se normalisent par la dernière année indexée, sauf changement connu de fournisseur ou de périmètre.

28.3.5 Gestion, honoraires et frais de location

La gestion rémunère la perception des loyers, la relation avec les locataires, la supervision des travaux et des fournisseurs, la comptabilité et les démarches devant le Tribunal. Elle doit être imputée même lorsque le propriétaire gère lui-même, parce que la valeur marchande suppose un acheteur typique qui, soit paie un gestionnaire, soit consacre un temps qui a un coût d'opportunité. La fourchette de référence pour un immeuble de douze logements est étroite : le barème de 2015 de la SCHL situait la gestion et l'administration à 3 % du revenu brut pour cinq ou six logements, 3 % à 4 % pour sept à onze et 5 % pour douze et plus (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015) ; le formulaire de calcul du Tribunal administratif du logement admettait, dans l'ancienne méthode de fixation, des frais de gestion forfaitaires de 5 % des revenus de l'immeuble, les frais réels n'étant admis que jusqu'à 10 % (Tribunal administratif du logement 2026a ; Tribunal administratif du logement 2025b). La convention des deux dossiers de l'ouvrage, 4 % du revenu brut effectif, se situe au milieu de cette fourchette ; elle représente 6 737,76 $ pour le cas 3 et 1 623,08 $ pour le triplex du cas 2, dont le propriétaire-occupant n'inscrit évidemment aucune gestion. Les honoraires juridiques et comptables récurrents et les frais de publicité et de location complètent la liste ; ils sont faibles en proportion mais révélateurs, car un immeuble dont les frais de location sont élevés est un immeuble qui roule.

Au Québec : dépenses de l'évaluateur et dépenses du Tribunal

Les dépenses d'un immeuble locatif ont au Québec une portée que n'ont pas celles des autres provinces : elles entrent dans le calcul des augmentations de loyer que le Tribunal administratif du logement peut fixer lorsque locateur et locataire ne s'entendent pas (Québec 1991, art. 1947 et 1953). Pour les avis de modification donnés à compter du 1er janvier 2026, le Règlement sur les critères de fixation de loyer, modifié par le décret 1455-2025, retient six critères : un pourcentage de base fondé sur la moyenne de trois variations annuelles de l'indice des prix à la consommation du Québec, la variation des taxes foncières municipales et de services, la variation des taxes scolaires, la variation des primes d'assurance, un pourcentage de 5 % appliqué aux dépenses d'immobilisation réalisées pendant la période de référence, et les dépenses découlant de la mise en place d'un nouveau service (Québec 1985c, art. 3 et 3.1). Les critères 2 à 6 sont appliqués « selon la part attribuable au logement », c'est-à-dire au prorata du loyer du logement dans les revenus de l'immeuble (art. 5). Pour 2026, le pourcentage de base est de 3,1 % (Tribunal administratif du logement 2026d). Dans l'ancienne méthode, qui continue de s'appliquer aux avis donnés avant cette date, chaque groupe de dépenses d'exploitation (électricité, gaz, mazout, entretien, services, gestion) était ajusté par un pourcentage propre, la gestion étant admise au forfait de 5 % des revenus, et les dépenses d'immobilisation étaient amorties à un taux fondé sur les certificats de placement garanti ; le formulaire « Renseignements nécessaires à la fixation du loyer » de 2026-2027 détaille encore, ligne par ligne, les taxes, assurances, énergie, entretien, services, gestion et dépenses d'immobilisation de l'exercice (Tribunal administratif du logement 2025b ; Tribunal administratif du logement 2026a).
L'évaluateur doit tenir les deux calculs séparés. Celui du Tribunal est un calcul de *fixation*, qui répartit une variation de coûts entre des locataires en place ; celui de l'évaluateur est un calcul de *valeur*, qui reconstitue le niveau prospectif des dépenses d'un propriétaire typique. Les deux ne coïncident ni dans le périmètre (la gestion imputée et la réserve de remplacement n'existent pas dans la fixation depuis 2026, et les dépenses d'immobilisation y donnent droit à une hausse de loyer plutôt qu'à une déduction du revenu), ni dans la temporalité (la fixation regarde la période de référence écoulée, l'évaluation regarde l'année à venir). Mais ils se rencontrent en un point : les dépenses admissibles à la fixation déterminent la vitesse à laquelle les hausses de taxes, d'assurances et de travaux pourront être répercutées sur les loyers, et donc la croissance du revenu brut que le chapitre 34 projette. Une taxe qui bondit de dix pour cent au nouveau rôle réduit le revenu net de l'année, puis se répercute partiellement sur les loyers des années suivantes ; l'évaluateur qui normalise la taxe sans tenir compte de cette répercussion dans sa projection sous-évalue l'immeuble, et celui qui compte la répercussion sans la taxe le surévalue.

28.4 Normalisation des dépenses historiques

28.4.1 Principes

La **normalisation** (*stabilization*) transforme les dépenses déclarées des derniers exercices en dépenses prospectives de première année, représentatives d'un propriétaire typique

exploitant l'immeuble dans des conditions stables. Quatre opérations la composent. La première est la *vérification* : chaque poste déclaré est rapproché d'une pièce (compte de taxes, police, factures, contrats) et des revenus (un poste de conciergerie suppose des tâches, un poste de publicité suppose des départs). La deuxième est l'*épuration* : les dépenses qui ne sont pas des dépenses d'exploitation sont retirées (intérêts, amortissement, travaux capitalisables, dépenses personnelles), et les événements non récurrents sont neutralisés (sinistre, litige, remplacement d'un équipement majeur comptabilisé en entretien). La troisième est le *complément* : les postes qu'un propriétaire typique assume mais que le propriétaire actuel n'inscrit pas sont ajoutés, au premier chef la gestion imputée et la réserve de remplacement, parfois la conciergerie ou le déneigement lorsque le propriétaire-occupant les fait lui-même. La quatrième est la *projection* à la première année : recalcul des postes régis par des règles (taxes), indexation des postes variables, application des taux convenus (gestion).

Appraisal Institute (2026) et Brueggeman et Fisher (2022) insistent sur le fait que l'état normalisé est une *opinion* de l'évaluateur, non une moyenne mécanique : deux immeubles identiques peuvent avoir des historiques très différents selon la qualité de leur gestion, et c'est le niveau typique, non le niveau observé, qui détermine la valeur marchande. Un propriétaire négligent qui n'entretient pas son immeuble affiche un revenu net historique élevé, mais l'acheteur qui le paie sur cette base découvrira vite la vérité ; un propriétaire méticuleux qui sur-entretient affiche un revenu net bas que le marché ne pénalise pas entièrement. Le revenu net normalisé se situe entre les deux, au niveau que l'acheteur typique anticipe.

28.4.2 Règles poste par poste

La règle retenue pour chaque poste découle de son classement. Pour les postes *régis par des règles* (taxes municipales et scolaires, tarifications par logement), la normalisation est un recalcul : valeur au rôle en vigueur multipliée par les taux de l'exercice, plus les tarifs par logement ; le compte historique ne sert qu'à vérifier le recalcul et à repérer les taxes spéciales que le taux général ne capte pas. Pour les postes *contractuels* (assurances, conciergerie, déneigement, gestion confiée à un tiers), la base est le contrat en vigueur, indexé s'il doit être renouvelé en cours d'année. Pour les postes *d'usage* (énergie, entretien et réparations, honoraires, publicité), deux conventions coexistent. La première, retenue par la bibliothèque de l'ouvrage, prend la dernière année observée et l'indexe d'un an :

$$DE_k^{\text{norm}} = DE_{k,\,2025}\,(1+g), \tag{28.4}$$

avec $g = 3\,\%$ pour le cas 3, taux cohérent avec l'inflation de 3,1 % et la hausse tarifaire de l'électricité. La seconde prend la moyenne des trois derniers exercices, chacun ramené en dollars de la première année :

$$\overline{DE}_k^{\text{norm}} = \frac{1}{3}\sum_{a=2023}^{2025} DE_{k,a}\,(1+g)^{2026-a}. \tag{28.5}$$

La moyenne indexée lisse les à-coups et convient aux postes irréguliers par nature (réparations, honoraires juridiques) ; la dernière année indexée suit mieux une tendance et convient aux postes dont le niveau a changé durablement (nouveau contrat, nouvelle police). Le tableau 28.3 compare les deux conventions pour les principaux postes du cas 3 : les écarts sont de quelques centaines de dollars dans un sens ou dans l'autre, sauf pour les assurances, où la pointe de 2024 fait de la moyenne indexée une base supérieure de 1 046 $ à la dernière

année. Capitalisé au taux de 4,415 % du chapitre 29, un écart de 1 046 $ sur les dépenses vaut environ 23 700 $ de valeur, soit un peu plus d'un pour cent : la convention compte, mais moins que la vérification des postes eux-mêmes.

Tableau 28.3. Deux conventions de normalisation des postes d'usage du cas 3 : dernière année indexée (règle de l'ouvrage) et moyenne des trois exercices indexée à la première année ($g = 3\,\%$).

Poste	Dernière indexée	Moyenne indexée	Écart	Lecture
Assurances	11 391,80	12 437,31	1 045,51	pointe de 2024, changement d'assureur en 2025
Entretien et réparations	11 745,09	11 614,34	−130,75	tendance régulière, écart faible
Conciergerie	10 139,32	10 270,56	131,24	pointe de 2024 (remplacement temporaire)
Déneigement et paysagement	6 886,58	6 620,03	−266,55	hausse récente des contrats
Frais juridiques et comptables	2 833,53	2 669,84	−163,69	hausse récente
Électricité des aires communes	4 387,80	4 280,27	−107,53	hausse tarifaire régulière

Source : [données synthétiques] `ch28_depenses.normalisation_alternative`, dépenses 2023-2025 du dossier cas 3, graine 20261031

28.4.3 Événements non récurrents et travaux déguisés

Trois situations exigent un jugement explicite. La première est l'**événement non récurrent** : un dégât d'eau dont la franchise a gonflé l'entretien, un litige devant le Tribunal, une prime de départ ; le poste est ramené à son niveau courant et l'événement est mentionné dans le rapport. La deuxième est le *travail capitalisable comptabilisé en entretien* : le propriétaire qui remplace un chauffe-eau, repeint un logement libéré ou refait un balcon inscrit souvent ces montants en « réparations », parce que la fiscalité ou la simplicité l'y invite. L'évaluateur les retire de l'entretien courant et les réaffecte, selon leur nature, à la réserve de remplacement (composantes à vie courte) ou aux dépenses en capital des flux actualisés (travaux lourds), faute de quoi la dépense sera comptée deux fois, une fois en entretien historique et une fois en réserve. C'est exactement la situation du cas 3 : la ligne « réserve de remplacement » déclarée par le propriétaire (8 103 $ en 2025) correspond en réalité aux achats d'électroménagers et de revêtements de l'exercice, et c'est pour cette raison qu'elle est traitée comme dotation normalisée et non comme dépense d'entretien. La troisième situation est l'*omission du propriétaire-occupant*, fréquente dans les plex : aucune gestion, un entretien minimal parce que le propriétaire le fait lui-même, parfois aucun déneigement. Les postes manquants sont imputés à leur coût de marché. Pour le triplex du cas 2, la gestion est imputée à 4 % du revenu brut effectif (1 623 $) ; l'entretien déclaré de 3 200 $, soit 1 067 $ par logement, est conservé parce qu'il est déjà supérieur au barème indicatif.

28.4.4 Le revenu net historique n'est pas le revenu net

L'erreur la plus répandue dans les fiches de vente et les analyses sommaires consiste à soustraire les dépenses déclarées de l'exercice écoulé du revenu brut et à appeler le résultat « revenu net ». Pour le cas 3, les dépenses déclarées de 2025 totalisent 70 693 $; rapportées au revenu brut effectif normalisé, elles donneraient un revenu net de 97 751 $, supérieur de 7 795 $ au revenu net normalisé de 89 956 $. La différence tient à trois éléments : la gestion imputée (6 738 $), l'indexation des postes variables et de l'assurance (environ 1 500 $) et, en sens inverse, le recalcul des taxes (−449 $). Capitalisée au taux du chapitre 29, cette différence représente 176 561 $, soit 8,7 % de la valeur : un acheteur qui paierait sur le revenu net historique surpaierait de ce montant. La section 28.4.4 met en regard, pour chaque groupe de postes, le montant déclaré de 2025 et le montant normalisé.

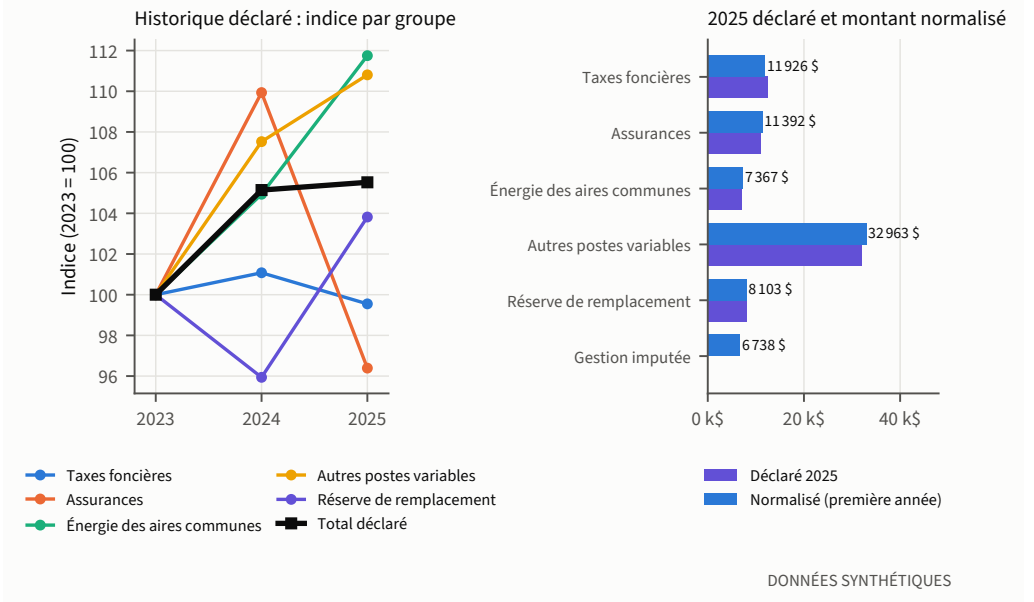


Figure 28.1. Cas 3 : à gauche, évolution 2023-2025 des groupes de dépenses déclarées en indice (2023 = 100), où la croissance régulière des postes variables et de l'énergie contraste avec la stabilité des taxes de la fin du rôle précédent et avec la pointe puis le recul de l'assurance ; à droite, montant déclaré de 2025 et montant normalisé de première année par groupe, où apparaissent l'ajout de la gestion imputée et la légère baisse des taxes recalculées au taux général.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch28_figures.py`, graine 20261031

28.5 Réserve de remplacement et dépenses en capital

28.5.1 Deux objets différents

La **réserve de remplacement** et les **dépenses en capital** (CAPEX) répondent à la même réalité physique, l'usure de l'immeuble, mais à deux échelles différentes. La réserve couvre les composantes à vie courte et à remplacement régulier, dont le coût annuel moyen est

prévisible et dont l'acheteur typique fait un poste de son budget : électroménagers fournis, chauffe-eau, revêtements de sol, peinture et finition des logements à la rotation des locataires. Les dépenses en capital couvrent les travaux lourds, discontinus, dont la date et le montant sont connus ou estimables à la date d'évaluation : toiture, maçonnerie, balcons, fenêtres, système de chauffage central, plomberie d'alimentation, mise aux normes. La réserve est une *dotation* lissée qui entre dans le revenu net ; les dépenses en capital sont des *décaissements* datés qui entrent dans les flux.

Définition 28.2 : Réserve de remplacement

La **réserve de remplacement** (*replacement allowance*), notée RR, est la dotation annuelle qui représente le coût moyen, lissé dans le temps, du renouvellement des composantes à vie courte de l'immeuble. Elle se calcule par composante, soit par la méthode linéaire,

$$RR = n \sum_{k} \frac{C_k}{N_k}, \tag{28.6}$$

soit par la méthode du fonds d'amortissement,

$$RR = n \sum_{k} C_k \cdot \frac{i}{(1+i)^{N_k} - 1}, \tag{28.7}$$

où n est le nombre de logements, C_k le coût de remplacement de la composante k par logement, N_k sa durée de vie en années et i le taux auquel la dotation est supposée fructifier. Elle peut aussi être retenue par convention, à un montant par logement déclaré, pourvu que la même convention s'applique aux ventes dont le taux de capitalisation est extrait.

La méthode linéaire ignore le rendement des sommes mises de côté et surestime légèrement la dotation ; le fonds d'amortissement suppose que la dotation est placée au taux i et la réduit d'autant. À taux nul, les deux coïncident, puisque $\lim_{i \to 0} i/[(1+i)^N - 1] = 1/N$. Le tableau 28.4 applique les deux méthodes à une liste de composantes dont les coûts et les durées sont des *hypothèses pédagogiques déclarées*, qui ne proviennent d'aucun barème publié : la méthode linéaire donne 688 $ par logement et le fonds d'amortissement à 3 %, 581 $. La convention du dossier cas 3, 675 $ par logement, est donc de l'ordre d'une dotation linéaire pour ces composantes, et plus de six fois le montant de 100 $ par logement que le barème de 2015 de la SCHL réservait aux seuls électroménagers (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015). Aucune norme publique récente ne fixe la réserve d'un immeuble locatif québécois ; le niveau retenu est une convention du dossier, déclarée comme telle, et sa cohérence avec le taux extrait compte plus que son niveau, comme la suite le démontre.

28.5.2 Équivalence entre réserve et dépenses en capital

Réserve et dépenses en capital ne sont pas deux conventions arbitraires mais deux représentations d'un même flux, et la mathématique financière en établit l'équivalence. Une composante de coût C remplacée tous les N ans à perpétuité, le premier remplacement

Tableau 28.4. Calcul d'une réserve de remplacement par composantes, pour douze logements : méthode linéaire (Lin.) et fonds d'amortissement à 3 % (Fonds), en dollars par logement puis pour l'immeuble. Coûts et durées de vie : hypothèses pédagogiques déclarées, sans source externe.

Composante	Coût/log.	Vie (ans)	Lin./log.	Fonds/log.	Lin., 12 log.	Fonds, 12 log.
Cuisinière et réfrigérateur	2 200	12	183,33	155,02	2 200,00	1 860,20
Chauffe-eau	1 100	10	110,00	95,95	1 320,00	1 151,44
Revêtements de sol	3 600	20	180,00	133,98	2 160,00	1 607,72
Peinture et finition intérieure	1 500	7	214,29	195,76	2 571,43	2 349,11
Total			687,62	580,71	8 251,43	6 968,47
Convention du dossier cas 3			675,25		8 103,00	

Source : [données synthétiques] `ch28_depenses.reserve_par_composantes` ; `traite.finance.facteur_fonds_amortissement` ; hypothèses pédagogiques

survenant dans N ans, a pour valeur actuelle au taux i

$$VA_{\text{CAPEX}} = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{C}{(1+i)^{jN}} = \frac{C}{(1+i)^{N}-1}, \tag{28.8}$$

tandis qu'une dotation annuelle perpétuelle $RR = C\,i/[(1+i)^N - 1]$, c'est-à-dire la réserve du fonds d'amortissement de l'équation (28.7), a pour valeur actuelle $RR/i = C/[(1+i)^N - 1]$. Les deux valeurs sont identiques : déduire la réserve du fonds d'amortissement du revenu perpétuel capitalisé au taux i, ou déduire les dépenses en capital datées des flux actualisés au même taux, conduit à la même valeur. Cette équivalence fonde la convention de l'ouvrage. Dans la capitalisation directe, qui suppose un revenu perpétuel et ne connaît pas de calendrier, l'usure ne peut être représentée que par une dotation annuelle ; la réserve y est donc incluse. Dans les flux actualisés, qui connaissent un calendrier sur dix ans, les travaux lourds datés sont inscrits à leur date et la réserve ne couvre que les composantes à vie courte dont le renouvellement continu n'a pas de date ; le taux terminal, extrait de ventes dont le revenu net inclut la réserve, suppose que l'immeuble revendu est perpétuellement entretenu. La règle qui en découle est simple : une composante donnée est couverte *soit* par la réserve, *soit* par les dépenses en capital, jamais par les deux.

L'équivalence éclaire aussi la portée du double comptage. Les dépenses en capital programmées du cas 3 dans la projection du chapitre 30 s'élèvent à 85 000 $ en 2027, 40 000 $ en 2029 et 120 000 $ en 2032, soit 245 000 $ sur l'horizon de dix ans ; leur valeur actuelle au taux d'actualisation de 7,25 % est de 177 648 $, ce qui correspond à une annuité équivalente de 25 586 $ par année. Si l'évaluateur, par excès de prudence, ajoutait au revenu net capitalisé une réserve « pour gros travaux » de cet ordre tout en conservant les dépenses en capital dans les flux, il retrancherait deux fois la même usure ; dans la capitalisation directe, le revenu net tomberait à 64 370 $ et la valeur à 1 457 975 $, inférieure de 28,4 % à la valeur cohérente. L'exercice 28.7 développe ce calcul. Bokhari et Geltner (2018) ont documenté, sur un large échantillon d'immeubles commerciaux et multirésidentiels américains, l'ampleur des dépenses en capital récurrentes et leur rôle dans la dépréciation nette des immeubles ; leur travail rappelle que ni la réserve ni les dépenses en capital ne sont des détails, et que leur omission totale, fréquente dans les fiches de courtage, surévalue l'immeuble autant que leur double comptage le sous-évalue.

28.5.3 Cohérence avec le taux de capitalisation extrait

Le niveau de la réserve importe moins que la symétrie entre le sujet et les ventes. Le chapitre 29 extrait le taux global R d'un échantillon de ventes comme le rapport du revenu net reconstitué au prix ; si ce revenu net est calculé *après* réserve, le taux obtenu est un taux après réserve, et il s'applique au revenu net après réserve du sujet. La proposition suivante quantifie ce qui arrive lorsque la convention change de côté.

Proposition 28.1 : Erreur d'une réserve asymétrique

Soit V la valeur cohérente d'un immeuble dont le revenu net après réserve est RNE et la réserve RR, obtenue par un taux R extrait après réserve : $V = RNE/R$. Le taux « avant réserve » équivalent, extrait des mêmes ventes sans déduire la réserve, est $R' = R + RR/V$. Appliquer R' au revenu après réserve du sujet donne $V' = RNE/R'$, et l'erreur commise est

$$V - V' = \frac{RR}{R'} \approx \frac{RR}{R}, \qquad \frac{V' - V}{V} = -\frac{RR}{RNE + RR}. \tag{28.9}$$

La sous-évaluation est égale à la réserve capitalisée au taux avant réserve ; en proportion, elle est égale à la part de la réserve dans le revenu net avant réserve. L'erreur inverse, taux après réserve appliqué à un revenu avant réserve, surévalue de RR/R, soit RR/RNE en proportion.

Démonstration. Par construction, $R' = (RNE + RR)/V = R + RR/V$. Alors $V' = RNE/R' = RNEV/(RNE+RR)$, d'où $V - V' = V\,RR/(RNE+RR) = RR/R'$ puisque $R' = (RNE+RR)/V$, et $(V'-V)/V = RNE/(RNE+RR) - 1 = -RR/(RNE+RR)$. L'approximation $RR/R' \approx RR/R$ vaut au premier ordre en RR/V, c'est-à-dire lorsque la réserve est petite devant le revenu net. Pour l'erreur inverse, $V'' = (RNE + RR)/R = V + RR/R$. □

Pour le cas 3, le taux médian extrait après réserve est de 4,415 % et la valeur cohérente de 2 037 503 $. Le taux avant réserve équivalent est $R' = 4{,}415\,\% + 8\,103\,\$/2\,037\,503\,\$ = 4{,}813\,\%$, supérieur de quarante points de base. Appliqué au revenu net après réserve, il donne $V' = 89\,955{,}75\,\$/0{,}048\,13 = 1\,869\,136\,\$$, soit 168 367 $ de moins, exactement RR/R', et une erreur relative de −8,26 %, exactement $-8\,103\,\$/98\,059\,\$$. L'approximation $RR/R = 183\,533\,\$$ surestime légèrement l'écart parce que $R' > R$. L'erreur inverse, taux après réserve sur revenu avant réserve, donnerait 2 221 036 $, soit +9,0 %. Quarante points de base paraissent peu ; ils valent plus de huit pour cent de la valeur, et l'erreur est systématique, toujours dans le même sens. La leçon est que l'évaluateur qui extrait ses taux de fiches de courtage, lesquelles ignorent presque toujours la réserve, doit soit reconstituer les revenus nets des ventes avec sa propre réserve, soit appliquer le taux ainsi obtenu à un revenu du sujet défini de la même façon, sans réserve, et traiter alors l'usure par ailleurs. La même symétrie vaut pour la gestion imputée et pour le mode de calcul des taxes, comme le chapitre 29 le reprend.

28.6 Ratios et indicateurs de référence

28.6.1 Les références disponibles

Le lecteur cherchera en vain une statistique officielle récente du ratio de dépenses des immeubles locatifs québécois. La seule référence publique est le barème indicatif de la SCHL d'avril 2015, qui ne fixe d'ailleurs pas un ratio global mais des montants par logement pour l'entretien et les salaires, des pourcentages du revenu brut pour la gestion et une réserve pour les électroménagers, les taxes, l'assurance et l'énergie étant à prendre « au coût réel » (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015). Les fourchettes de 35 % à 50 % qui circulent dans les publications de courtage ne précisent ni le périmètre des postes (réserve incluse ou non, gestion imputée ou non), ni le dénominateur (revenu brut potentiel ou effectif), ni la taille des immeubles, et l'ouvrage ne les retient pas comme source. Le tableau 28.5 confronte les deux dossiers au barème de 2015 ; la comparaison exige d'indexer le barème : l'indice des prix à la consommation du Québec est passé de 124,7 en avril 2015 à 167,7 en septembre 2026, soit +34,5 % (Statistique Canada 2026b), ce qui porte l'entretien de référence à quelque 672 $ par logement, les salaires à 403 $ pour douze logements et plus et la réserve pour électroménagers à 134 $, la gestion restant à 5 % du revenu brut pour cette taille.

Tableau 28.5. Indicateurs de dépenses des deux dossiers et barème indicatif de la SCHL pour le Québec (avril 2015, non indexé) ; aucune statistique publique plus récente n'est disponible.

Indicateur	Cas 3 (12 log.)	Cas 2 (triplex)	Barème SCHL 2015
Entretien et réparations par logement ($)	978,76	1 066,67	500 $/log.
Conciergerie (salaires) par logement ($)	844,94	0,00	125 à 300 $/log. selon la taille
Gestion (% du revenu brut effectif)	4,00	4,00	3 % (5-6 log.) à 5 % (12 log. et plus)
Réserve de remplacement par logement ($)	675,25	600,00	100 $/log. (cuisinière, réfrigérateur)
Taxes foncières (% du RBE)	7,08	15,70	coût réel
Assurances (% du RBE)	6,76	8,38	coût réel
Dépenses totales par logement ($)	6 540,68	6 181,03	—
Dépenses totales par m² locatif ($)	95,14	70,78	—
Ratio de dépenses, réserve comprise (% du RBE)	46,60	45,70	—
Revenu net par logement ($)	7 496,31	7 344,65	—
Revenu net par m² locatif ($)	109,04	84,10	—

Source : [données synthétiques] `ch28_depenses.calculer` (cas 3 : 825 m² locatifs ; cas 2 : 262 m² habitables), graine 20261031 ; barème : Société canadienne d'hypothèques et de logement (2015).

28.6.2 Ce qu'un ratio mesure réellement

Le ratio de dépenses du cas 3, 46,6 %, est élevé au regard de la médiane des quarante ventes comparables du dossier, 39,9 %, dont les quartiles sont 37,9 % et 41,9 %. Avant d'y voir une exploitation coûteuse, il faut se souvenir que le ratio a un dénominateur. Les loyers contractuels du sujet sont inférieurs de onze pour cent aux loyers de marché (1 150 $ contre 1 292 $ par logement et par mois), parce que plusieurs locataires sont en place depuis

longtemps ; les dépenses, elles, ne dépendent pas du niveau des loyers. Si l'on recalcule le ratio avec les loyers de marché, en ne faisant varier que la gestion qui en dépend, le revenu brut effectif passe à 188 141 $, les dépenses à 79 276 $ et le ratio à 42,1 %, dans le troisième quartile des comparables. La section 28.6.2 représente les quarante ventes dans le plan loyer moyen–ratio et y superpose la courbe du ratio que le sujet afficherait pour chaque niveau de loyer, dépenses inchangées : elle décroît comme l'inverse du loyer, et le sujet y figure deux fois, à son loyer contractuel et à son loyer de marché. Le reste de l'écart avec les comparables s'explique par la conciergerie salariée, lourde pour douze logements, par une assurance de 949 $ par logement et par l'inclusion de la réserve et de la gestion imputée, que les ratios de courtage omettent souvent. Les ratios des comparables synthétiques ont été générés indépendamment du niveau des loyers, ce qui explique l'absence de relation dans le nuage ; sur un marché réel, on s'attendrait à une relation décroissante atténuée, les immeubles aux loyers élevés étant aussi ceux dont les dépenses par logement sont les plus fortes.

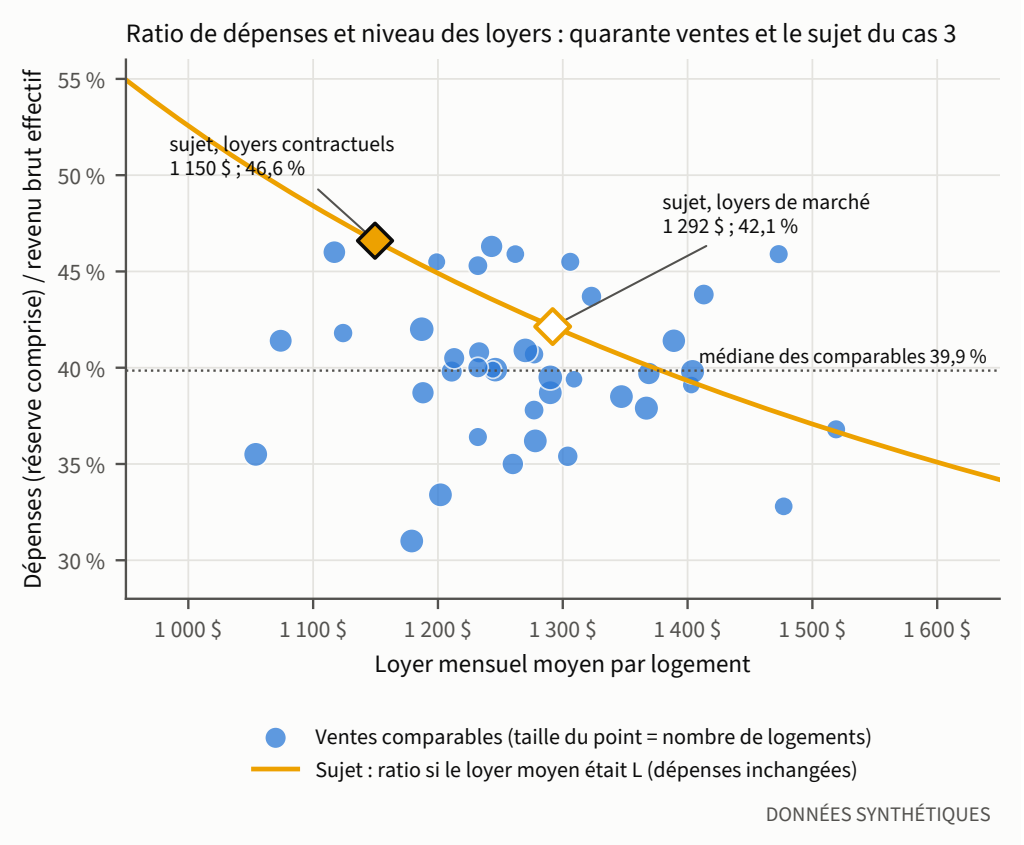


FIGURE 28.2. Ratio de dépenses (réserve comprise, rapporté au revenu brut effectif) selon le loyer mensuel moyen pour les quarante ventes comparables du cas 3, et courbe du ratio que le sujet afficherait à chaque niveau de loyer, dépenses hors gestion inchangées. Le sujet est à 46,6 % avec ses loyers contractuels de 1 150 $ et serait à 42,1 % aux loyers de marché de 1 292 $: près de la moitié de son écart à la médiane des comparables tient au niveau des loyers, non à celui des dépenses.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch28_figures.py`, graine 20261031

La même prudence s'impose pour les indicateurs par logement et par mètre carré. Le revenu net par logement du cas 3, 7 496 $, et celui du triplex, 7 345 $, sont voisins alors que les immeubles n'ont rien de commun ; par mètre carré, l'écart est net (109 $ contre 84 $) parce que les logements du triplex sont plus grands. Les dépenses par logement, 6 541 $ et 6 181 $, sont également proches ; mais leur structure diffère du tout au tout, comme la section 28.6.2 le montre : les taxes et l'assurance font plus de la moitié des dépenses du triplex de Québec, où le taux de taxe est plus élevé et où le propriétaire-occupant n'a ni conciergerie ni honoraires, alors que les services (conciergerie, déneigement) et l'entretien dominent dans l'immeuble de douze logements. Un ratio, un montant par logement ou par mètre carré ne sont que des points d'entrée ; la décomposition poste par poste est le seul niveau auquel la comparaison entre immeubles a un sens.

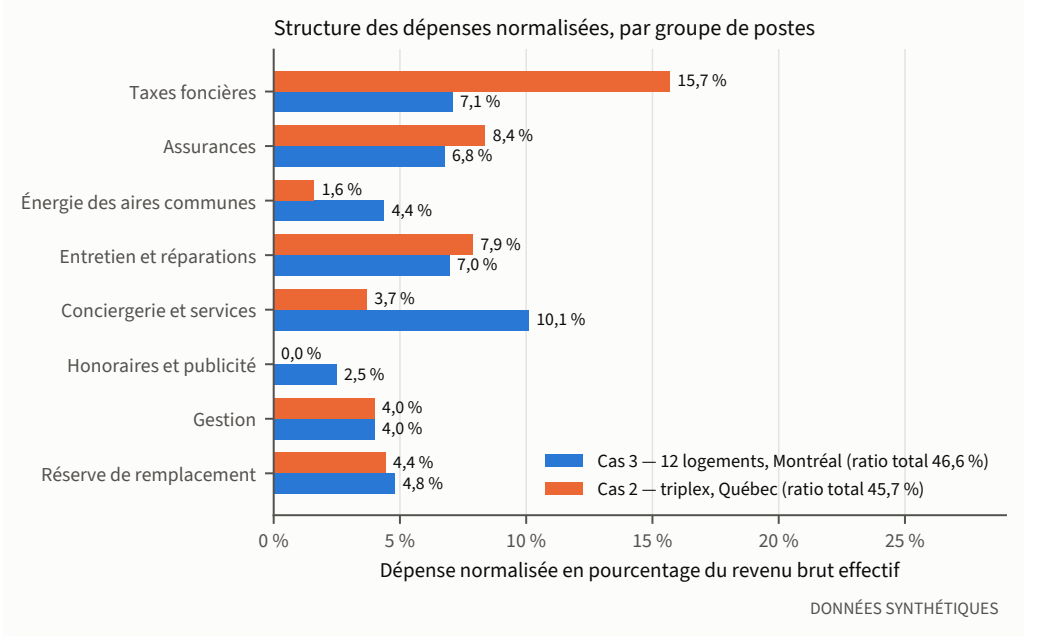


Figure 28.3. Structure des dépenses normalisées, en pourcentage du revenu brut effectif, par groupe de postes, pour l'immeuble de douze logements de Montréal (cas 3) et le triplex de Québec (cas 2). Les ratios totaux sont presque identiques (46,6 % et 45,7 %), mais les taxes et l'assurance pèsent deux fois plus dans le triplex, où le taux de taxe est plus élevé et où le propriétaire-occupant n'inscrit ni conciergerie ni honoraires, tandis que les services et l'entretien dominent dans l'immeuble de douze logements.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch28_figures.py`, graine 20261031

28.7 Exemple intégral : l'immeuble de douze logements et le triplex

Exemple 28.1 : Dépenses normalisées et revenu net du cas 3

L'immeuble sujet du cas 3 est un bâtiment fictif de douze logements (quatre 3½, six 4½, deux 5½) construit en 1962 dans Rosemont–La Petite-Patrie, à Montréal, en état moyen (3 sur 5), de 825 m² de surface locative, avec six stationnements ; sa valeur au rôle 2026-2028 est de 2 200 000 $ et la date d'évaluation est le 1er septembre 2026. Les locataires paient leur électricité et leur chauffage. Le vendeur a fourni les états de dépenses des exercices 2023, 2024 et 2025 et gère lui-même l'immeuble. Le chapitre 27 a établi le revenu brut effectif de première année à 168 443,94 $ (revenu brut potentiel de 165 540 $, inoccupation et pertes de 3,9 %, autres revenus de 9 360 $). Chaque chiffre de l'exemple provient du script `analysis/python/cases/ch28_depenses.py`, qui appelle les fonctions partagées `traite.cas3.revenus` et `traite.cas3.depenses_normalisees`.

Données synthétiques

Les dépenses, l'état locatif et les hypothèses du cas 3 proviennent du dossier synthétique `data/synthetic/cas3_montreal_depenses.csv` (trente-six lignes : douze postes sur trois exercices), `cas3_montreal_etat_locatif.csv`, `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json` et `cas3_montreal_sujet.json` ; ceux du cas 2 de `cas2_quebec_depenses.csv`, `cas2_quebec_loyers.csv` et `cas2_quebec_sujet.json`. Ils sont générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine 20261031. L'historique de dépenses du cas 3 est obtenu à partir de niveaux de base par poste (taxes = valeur au rôle × taux 2026 ; entretien = 6,5 % du revenu brut potentiel ; conciergerie, déneigement, honoraires et publicité à des montants déclarés dans `data/synthetic/README.md`), d'une inflation de 4,5 % en 2024 et de 3 % en 2025 et d'un bruit lognormal d'écart-type 4 % par poste et par année ; la relation entre les postes et la taille de l'immeuble est une hypothèse pédagogique, non une calibration empirique. Les ordres de grandeur ont été calibrés sur des sources publiques consignées dans `data/synthetic/calibration.json` : taux de taxes 2026 de Montréal et taxe scolaire 2026-2027, barème SCHL 2015 pour la gestion et l'entretien, hausse tarifaire de l'électricité, inflation. Aucun immeuble, aucune transaction et aucun locataire réels ne sont décrits.

28.7.1 De l'historique à l'état normalisé

Le tableau 28.6 réunit l'historique des trois exercices, la règle appliquée à chaque poste et le montant normalisé de première année. L'historique révèle d'abord ce que la normalisation devra corriger. Le total déclaré passe de 66 992 $ en 2023 à 70 693 $ en 2025, soit 5,5 % en deux ans ou 2,7 % par année, mais cette modération est trompeuse : les taxes municipales sont restées stables (−0,2 %) parce que 2025 était la dernière année du rôle précédent, et l'assurance a reculé (−3,6 %) après la pointe de 2024, alors que tous les postes d'usage ont progressé de 9 % à 18 % en deux ans. Le propriétaire n'inscrit aucune gestion. La ligne qu'il

appelle « réserve de remplacement » correspond aux achats effectifs d'électroménagers et de revêtements de chaque exercice, de 7 488 $ à 8 103 $.

Tableau 28.6. Cas 3 : dépenses déclarées 2023-2025, règle de normalisation et montant normalisé de première année (exercice du 1er septembre 2026 au 31 août 2027, dollars courants).

Poste	2023	2024	2025	Règle	Normalisé	% RBE	Type
Taxes municipales	10 649	10 853	10 631	rôle × 0,4631 $/100 $	10 188,20	6,0	fixe
Taxe scolaire	1 782	1 712	1 744	rôle × 0,07899 $/100 $	1 737,78	1,0	fixe
Assurances	11 474	12 614	11 060	prime 2025 × 1,03	11 391,80	6,8	fixe
Électricité (aires communes)	3 792	4 062	4 260	2025 × 1,03	4 387,80	2,6	var.
Chauffage (aires communes, gaz)	2 608	2 654	2 892	2025 × 1,03	2 978,76	1,8	var.
Eau et égouts	0	0	0	aucune tarification	0,00	0,0	fixe
Entretien et réparations	10 434	11 025	11 403	2025 × 1,03	11 745,09	7,0	var.
Conciergerie	8 989	10 227	9 844	2025 × 1,03	10 139,32	6,0	var.
Déneigement et paysagement	5 959	6 091	6 686	2025 × 1,03	6 886,58	4,1	var.
Frais juridiques et comptables	2 329	2 480	2 751	2025 × 1,03	2 833,53	1,7	var.
Publicité et location	1 171	1 232	1 319	2025 × 1,03	1 358,57	0,8	var.
Gestion	—	—	—	imputée, 4 % du RBE	6 737,76	4,0	var.
Dépenses d'exploitation hors réserve			62 590		70 385,19	41,8	
Réserve de remplacement	7 805	7 488	8 103	maintenue, 675 $/log.	8 103,00	4,8	rés.
Dépenses totales	66 992	70 438	70 693		78 488,19	46,6	

Source : [données synthétiques] `cas3_montreal_depenses.csv` ; `traite.cas3.depenses_normalisees` via `ch28_depenses.py`, graine 20261031 ; taux de taxes : Le Devoir (2026) et Centre de services scolaire des Hautes-Rivières (2026).

Les règles appliquées sont celles de la section 28.4. Les deux taxes sont recalculées sur la valeur au rôle 2026-2028 aux taux de l'exercice. L'assurance et les postes d'usage sont indexés de trois pour cent sur la base de 2025, la dernière année étant jugée représentative pour tous, y compris l'assurance dont la nouvelle police explique le recul. La gestion est imputée à quatre pour cent du revenu brut effectif. La réserve est maintenue au montant de 2025, 8 103 $, soit 675 $ par logement, et n'est pas indexée, parce qu'elle représente une dotation révisable à chaque exercice et que son niveau relève d'une convention du dossier ; le tableau 28.4 a montré qu'une dotation linéaire sur des composantes à vie courte en est de l'ordre. Aucune tarification distincte de l'eau n'apparaît dans le dossier et le poste reste nul.

28.7.2 Classement, revenu net et indicateurs

Les dépenses normalisées de première année s'élèvent à 78 488,19 $, dont 23 317,78 $ de dépenses fixes (29,7 % du total), 47 067,41 $ de dépenses variables, gestion comprise (60,0 %), et 8 103 $ de réserve (10,3 %). Par groupe de postes, les services (conciergerie, déneigement)

représentent 10,1 % du revenu brut effectif, les taxes 7,1 %, l'entretien 7,0 %, l'assurance 6,8 %, la réserve 4,8 %, l'énergie des aires communes 4,4 %, la gestion 4,0 % et les honoraires et la publicité 2,5 %. Le revenu net d'exploitation normalisé est

$$RNE_1 = 168\,443{,}94\,\$ - 70\,385{,}19\,\$ - 8\,103{,}00\,\$ = 89\,955{,}75\,\$, \tag{28.10}$$

soit 7 496,31 $ par logement, 109,04 $ par mètre carré de surface locative et 53,4 % du revenu brut effectif ; le ratio de dépenses est de 46,6 %. La section 28.7.2 retrace l'ensemble du calcul, du revenu brut potentiel au revenu net. Ce chiffre est, au cent près, celui que le chapitre 29 capitalise, que le chapitre 30 projette et que le chapitre 47 réunit dans le dossier complet, parce qu'il provient du même code ; c'est la garantie de cohérence que l'ouvrage s'impose.

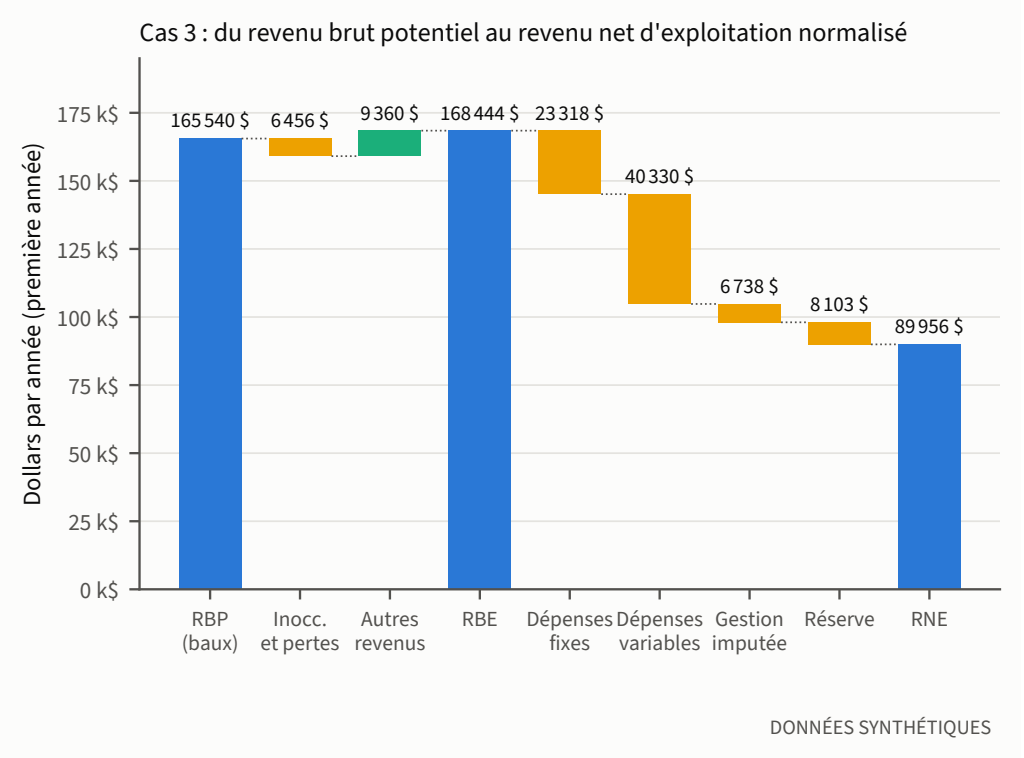


Figure 28.4. Cas 3 : du revenu brut potentiel des baux en vigueur au revenu net d'exploitation normalisé de première année. Les barres pleines sont des totaux, les barres suspendues des déductions (inoccupation et pertes, dépenses fixes, dépenses variables hors gestion, gestion imputée, réserve) ou des ajouts (autres revenus). Les dépenses totales absorbent 46,6 % du revenu brut effectif.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch28_figures.py`, graine 20261031

28.7.3 Le triplex de Limoilou

Le cas 2 est un triplex fictif de 1948 dans Limoilou, à Québec, de 262 m² habitables, dont le propriétaire occupe l'un des trois logements ; sa valeur au rôle 2025-2027 est de 495 000 $. Le dossier ne comporte qu'un état de dépenses, celui du propriétaire, et la normalisation

y consiste surtout à compléter plutôt qu'à indexer. Le tableau 28.7 en présente le résultat. Le revenu brut effectif est de 40 577,04 $: les trois logements, y compris celui qu'occupe le propriétaire, sont comptés au loyer inscrit au dossier (1 047 $, 1 188 $ et 1 251 $ par mois), et le taux combiné d'inoccupation et de pertes de 3 % est une convention du dossier fondée sur l'inoccupation de 2,4 % de la RMR de Québec en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a). Les dépenses déclarées sont conservées, à l'exception de la gestion, imputée à 4 % du revenu brut effectif (1 623,08 $), et la réserve de 600 $ par logement est une convention du dossier. Le revenu net d'exploitation est de 22 033,96 $, soit 7 344,65 $ par logement et 84,10 $ par mètre carré, pour un ratio de dépenses de 45,7 %. Les dépenses fixes, taxes et assurance, en représentent 52,7 % : le triplex est un immeuble à fort levier opérationnel, dont le revenu net réagit vivement à toute variation du revenu brut. Le chapitre 32 tire les conséquences de cette structure pour l'évaluation des plex, et le chapitre 46 présente le dossier complet.

Tableau 28.7. Cas 2 : dépenses d'exploitation normalisées et revenu net du triplex de Limoilou (première année, dollars courants).

Poste	Montant ($)	% RBE	Base
Revenu brut potentiel	41 832,00		trois logements (1 047, 1 188 et 1 251 $ par mois)
Inoccupation et mauvaises créances (3 %)	−1 254,96		convention du dossier
Revenu brut effectif	**40 577,04**	100.0	
Taxes municipales	−5 900,00	14,5	compte déclaré ; recalcul au taux général + tarifs : 5 437,68 $
Taxe scolaire	−470,00	1,2	compte déclaré
Assurances	−3 400,00	8,4	police en vigueur
Électricité des aires communes	−650,00	1,6	factures
Déneigement et entretien extérieur	−1 500,00	3,7	contrat
Entretien et réparations	−3 200,00	7,9	déclaré (1 067 $/log.)
Gestion imputée (4 % du RBE)	−1 623,08	4,0	propriétaire-occupant ; convention de l'ouvrage
Dépenses hors réserve	*−16 743,08*	41,3	
Réserve de remplacement (600 $/log.)	−1 800,00	4,4	convention du dossier
Dépenses totales	**−18 543,08**	45,7	dont fixes 52,7 %
Revenu net d'exploitation	**22 033,96**	54,3	7 344,65 $/log. ; 84,10 $/m^2

Source : [données synthétiques] `traite.cas2.rne` via `ch28_depenses.cas2_detail`, graine 20261031 ; taux et tarifs de Québec 2026 : Ville de Québec (2026d).

28.8 Analyse de sensibilité

La valeur par capitalisation directe étant $V = RNE/R$, chaque dollar de dépense normalisée en plus retranche $1/R$ dollars de valeur :

$$\frac{\partial V}{\partial DE} = -\frac{1}{R}, \qquad \frac{\partial RNE/RNE}{\partial (DE+RR)/(DE+RR)} = -\frac{DE+RR}{RNE} = -\frac{\rho}{1-\rho}. \tag{28.11}$$

Pour le cas 3, au taux de 4,415 %, un dollar de dépense vaut 22,65 $ de valeur, et l'élasticité du revenu net aux dépenses totales est de $-0{,}873$: une erreur de dix pour cent sur les dépenses, soit 7 849 $, déplace le revenu net de 8,7 % et la valeur de 177 800 $. C'est la raison pour laquelle la normalisation des dépenses mérite autant de soin que l'extraction du taux : une erreur d'environ 4 800 $ sur les dépenses équivaut à une erreur de vingt-cinq points de base sur le taux. Le tableau 28.8 et la section 28.8 font varier trois paramètres de convention, la réserve par logement, le taux de taxe municipale et le taux de gestion, le taux de capitalisation étant maintenu à 4,415 % ; cette dernière hypothèse revient à supposer que la convention du sujet s'écarte de celle des comparables, ce qui est précisément l'erreur que la section 28.5 a décrite, et les résultats mesurent donc le coût d'une asymétrie autant que la sensibilité à chaque paramètre.

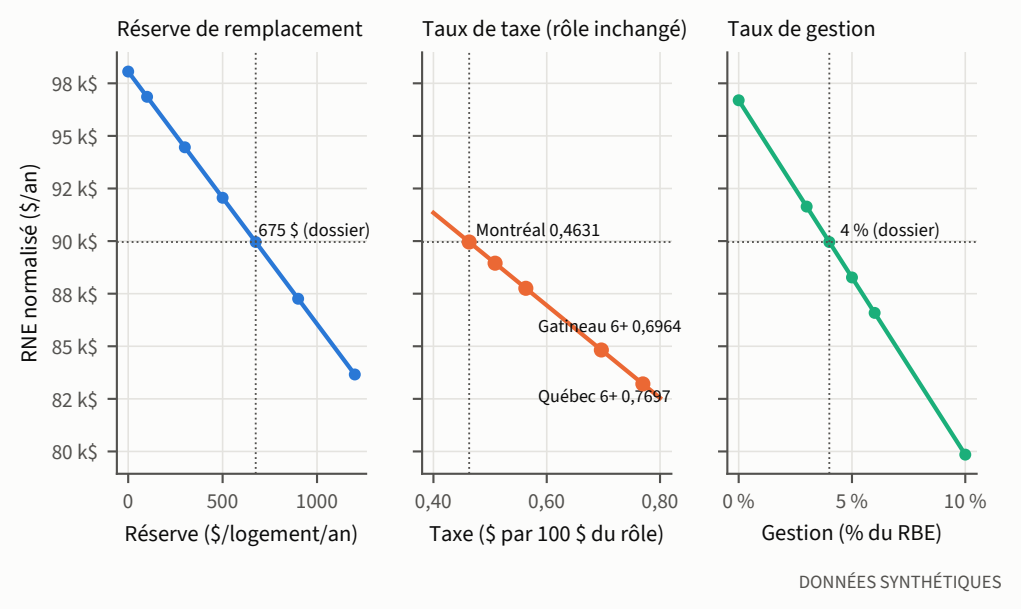


Figure 28.5. Cas 3 : revenu net normalisé selon la réserve par logement, le taux de la taxe municipale (valeur au rôle inchangée) et le taux de gestion imputée, les autres paramètres étant maintenus à leur valeur de base (traits pointillés). Les trois relations sont linéaires ; la pente de chacune, rapportée au taux de capitalisation, donne l'effet sur la valeur : 272 $ de valeur par dollar de réserve par logement, environ 49 800 $ par dixième de point de taux de taxe, 38 150 $ par point de gestion.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch28_figures.py`, graine 20261031

Trois lectures se dégagent. La réserve est le paramètre le plus arbitraire et l'un des plus lourds : entre l'absence de réserve des fiches de courtage et une réserve de 1 200 $ par

Tableau 28.8. Cas 3 : sensibilité du revenu net normalisé et de la valeur par capitalisation directe (taux maintenu à 4,415 %) à la réserve par logement, au taux de la taxe municipale (valeur au rôle inchangée) et au taux de gestion.

Paramètre	Dépense ($)	RNE ($)	Valeur ($)	Écart (%)
Réserve : aucune	0,00	98 058,75	2 221 036	9,0
Réserve : 100 $ par logement (barème SCHL 2015)	1 200,00	96 858,75	2 193 856	7,7
Réserve : 300 $ par logement	3 600,00	94 458,75	2 139 496	5,0
Réserve : 500 $ par logement	6 000,00	92 058,75	2 085 136	2,3
Réserve : 675 $ par logement (dossier)	8 103,00	89 955,75	2 037 503	0,0
Réserve : 900 $ par logement	10 800,00	87 258,75	1 976 416	−3,0
Réserve : 1 200 $ par logement	14 400,00	83 658,75	1 894 875	−7,0
Taxe : Montréal, taux général 2026 (dossier)	10 188,20	89 955,75	2 037 503	0,0
Taxe : compte 2025 indexé de 5,3 % (hausse moyenne, Rosemont)	11 194,44	88 949,51	2 014 711	−1,1
Taxe : taux général majoré de 10 points de base	12 388,20	87 755,75	1 987 673	−2,4
Taxe : taux « six logements ou plus », Gatineau (0,696 4 $/100 $)	15 320,80	84 823,15	1 921 249	−5,7
Taxe : taux « six logements et plus », Québec (0,769 7 $/100 $)	16 933,40	83 210,55	1 884 724	−7,5
Gestion : aucune (autogestion non imputée)	0,00	96 693,51	2 190 113	7,5
Gestion : 3 % du RBE	5 053,32	91 640,19	2 075 656	1,9
Gestion : 4 % du RBE (dossier)	6 737,76	89 955,75	2 037 503	0,0
Gestion : 5 % du RBE (SCHL 2015, TAL)	8 422,20	88 271,31	1 999 350	−1,9
Gestion : 6 % du RBE	10 106,64	86 586,87	1 961 198	−3,7
Gestion : 10 % du RBE (plafond TAL, frais réels)	16 844,39	79 849,12	1 808 587	−11,2

Source : [données synthétiques] `ch28_depenses.sensibilites`, graine 20261031 ; taux de taxes : Le Devoir (2026), Ville de Gatineau (2025a) et Ville de Québec (2026d) ; les scénarios de Gatineau et de Québec sont des transpositions de taux à la valeur au rôle montréalaise, non des évaluations de ces villes.

logement, l'écart de valeur dépasse seize pour cent, et même le passage du barème de 2015 (100 $) à la convention du dossier (675 $) déplace la valeur de 7,7 % ; la seule défense est la symétrie avec les comparables. Le taux de taxe est le paramètre le moins discrétionnaire, puisqu'il est fixé par règlement, mais le plus sensible à la vérification des sources : la différence entre la taxe générale et un compte complet incluant les taxes d'arrondissement vaut ici un pour cent de la valeur, et la transposition, purement illustrative, des taux de Québec ou de Gatineau pour les immeubles de six logements et plus montre que la fiscalité locale peut à elle seule expliquer des écarts de cinq à huit pour cent de valeur entre marchés, toutes choses égales par ailleurs ; c'est l'un des mécanismes de la capitalisation des taxes dans les prix que le chapitre 5 a formalisé. La gestion, enfin, est un paramètre de convention dont chaque point vaut 1,9 % de la valeur ; l'omettre au motif que le propriétaire gère lui-même, alors qu'elle a été imputée aux comparables, surévalue l'immeuble de sept et demi pour cent.

Erreurs fréquentes

- **Prendre le revenu net historique pour le revenu net.** Les dépenses déclarées de 2025 du cas 3 (70 693 $) ne comportent ni gestion ni indexation ; le revenu net qui en découle est supérieur de 7 795 $ au revenu normalisé et la valeur de 8,7 %.
- **Indexer les taxes au lieu de les recalculer.** La taxe se calcule sur la valeur au rôle en vigueur multipliée par les taux de l'exercice ; un nouveau rôle peut la faire varier de dix pour cent alors que l'inflation est de trois. Inversement, recalculer au seul taux général omet les taxes d'arrondissement et spéciales : vérifier le compte.
- **Omettre la gestion parce que le propriétaire gère lui-même**, ou la réserve parce qu'aucun compte ne l'enregistre. Les deux sont des coûts de l'acheteur typique ; leur omission vaut respectivement 7,5 % et 9,0 % de la valeur du cas 3.
- **Compter deux fois l'usure.** Un chauffe-eau ou des revêtements inscrits en « réparations » dans l'historique et couverts par la réserve ; des travaux lourds couverts par une réserve majorée et inscrits en dépenses en capital dans les flux. Une composante, une seule rubrique.
- **Appliquer un taux extrait avant réserve à un revenu après réserve.** L'erreur vaut RR/R', soit 8,3 % de la valeur du cas 3 ; la convention importe moins que sa symétrie.
- **Déduire du revenu net le service de la dette, l'amortissement comptable, les droits de mutation ou les frais d'acquisition.** Ils appartiennent au propriétaire ou à la transaction, non à l'immeuble.
- **Lire un ratio de dépenses sans regarder son dénominateur.** Le ratio de 46,6 % du cas 3 tomberait à 42,1 % aux loyers de marché ; un ratio élevé signale aussi bien des loyers bas qu'une exploitation coûteuse.
- **Confondre les dépenses du Tribunal et celles de l'évaluateur.** Le calcul de fixation du loyer répartit des variations de coûts passés ; l'état normalisé reconstitue un niveau prospectif. Périmètres, bases et temporalités diffèrent.

Limites et mises en garde

Les barèmes publics de dépenses d'exploitation pour les immeubles locatifs du Québec se limitent au document indicatif de la SCHL d'avril 2015, hébergé par un tiers et jamais mis à jour ; les niveaux de réserve, de gestion et d'entretien retenus dans les dossiers sont des conventions déclarées, non des statistiques de marché, et aucune enquête publique ne mesure un ratio de dépenses typique. La prime d'assurance moyenne du Bureau d'assurance du Canada porte sur les ménages et non sur les immeubles locatifs. La taxe foncière générale résidentielle de Montréal pour 2026 n'a été lue que dans la presse, le document officiel n'étant pas accessible hors navigateur ; le taux propre aux immeubles de six logements et plus et les taxes d'arrondissement de Rosemont n'ont pu être vérifiés et ne sont pas modélisés, de sorte que la taxe normalisée du cas 3 est probablement sous-estimée d'un ordre de grandeur de mille dollars. La taxe scolaire est calculée sur la valeur au rôle entière, sans l'exemption des premiers 25 000 $ ni le mécanisme d'ajustement de l'évaluation uniformisée, écart inférieur à vingt dollars ici. L'indexation uniforme à trois pour cent est une simplification : l'énergie, et singulièrement le gaz, les contrats de déneigement et l'assurance ont connu des variations très différentes de l'inflation générale au cours des dernières années. Les composantes et les durées de vie du tableau 28.4 sont des hypothèses pédagogiques. Enfin, les ratios de dépenses des quarante ventes comparables ont été générés indépendamment du niveau des loyers ; l'absence de relation observée sur la section 28.6.2 est un artefact de la génération et ne décrit pas le marché montréalais.

À retenir

- $RNE = RBE - DE - RR$: le revenu net mesure la capacité de l'immeuble, hors service de la dette, impôt, amortissement comptable, dépenses en capital et frais d'acquisition. Il est prospectif, reconstitué pour un propriétaire typique, jamais repris tel quel des livres du vendeur.
- Classer chaque poste (fixe, variable, réserve) détermine sa règle de normalisation, sa projection et le levier opérationnel de l'immeuble ; les dépenses fixes font 29,7 % des dépenses du cas 3 et 52,7 % de celles du triplex.
- Au Québec, les taxes se recalculent (valeur au rôle × taux de la catégorie, plus tarifs par logement ; taxe scolaire sur l'évaluation uniformisée au-delà de 25 000 $), l'assurance se vérifie sur la police, l'énergie se projette au tarif, la gestion s'impute (4 à 5 % du RBE) même en autogestion. Les dépenses ont aussi une portée réglementaire dans la fixation des loyers, distincte de l'évaluation.
- Normaliser poste par poste : vérifier, épurer (non récurrent, travaux déguisés), compléter (gestion, réserve), projeter (recalcul, indexation). Dernière année indexée ou moyenne indexée : déclarer le choix ; l'écart vaut ici un pour cent de la valeur.
- Réserve de remplacement (composantes à vie courte, dotation lissée, dans le revenu net capitalisé) et dépenses en capital (travaux lourds datés, dans les flux actualisés) sont équivalentes en valeur actuelle et ne doivent jamais couvrir la même composante. Le taux extrait doit l'être avec la même convention que le sujet : l'asymétrie coûte RR/R', soit 8,3 % dans le cas 3.

- Cas 3 : dépenses normalisées 78 488,19 $ (ratio 46,6 %), $RNE_1 = 89\,955{,}75$ $, 7 496 $ par logement, 109 $ par m². Cas 2 : 18 543,08 $, ratio 45,7 %, $RNE = 22\,033{,}96$ $, 7 345 $ par logement.
- Un dollar de dépense vaut $1/R$ dollars de valeur (22,65 $ ici) ; une erreur de 4 400 $ sur les dépenses équivaut à vingt-cinq points de base de taux. Le ratio de dépenses dépend du niveau des loyers autant que des dépenses ; seule la décomposition par poste est comparable.

Exercices

Exercice 28.1 — État normalisé d'un huit logements ★

Un immeuble de huit logements a un loyer moyen de 1 250 $ par mois, un taux combiné d'inoccupation et de pertes de 4 % et des autres revenus de 3 600 $ par année ; sa valeur au rôle est de 1 450 000 $. Les dépenses normalisées sont les suivantes : taxe municipale au taux de 0,463 1 $ par 100 $, taxe scolaire à 0,078 99 $ par 100 $ (sans exemption), assurances 7 400 $, électricité des aires communes 2 100 $, entretien et réparations 6 800 $, déneigement et paysagement 3 900 $, gestion 5 % du revenu brut effectif, réserve 600 $ par logement. Calculer le revenu brut effectif, les dépenses fixes, variables et la réserve, le revenu net d'exploitation, le ratio de dépenses et le revenu net par logement. Quelle part des dépenses est fixe ?

Exercice 28.2 — Dernière année ou moyenne indexée ★

À partir du tableau 28.6, calculer pour les assurances, l'entretien et la conciergerie du cas 3 la normalisation par la moyenne des trois exercices indexée à 3 % par année (équation (28.5)) et la comparer à la dernière année indexée (équation (28.4)). Quel est l'écart total sur les trois postes et, au taux de 4,415 %, son effet sur la valeur ? Dans quel cas chaque convention est-elle préférable ?

Exercice 28.3 — Taxes recalculées ou indexées ★★

Pour le cas 3, comparer la taxe municipale recalculée au taux général (tableau 28.6) au compte de 2025 indexé de la hausse moyenne de 5,3 % annoncée pour Rosemont. Quel est l'effet de l'écart sur le revenu net et sur la valeur à 4,415 % ? Calculer ensuite la taxe scolaire avec l'exemption des premiers 25 000 $ et commenter l'ordre de grandeur de la simplification. Pourquoi la taxe recalculée au taux général peut-elle être inférieure au compte réel, et que doit faire l'évaluateur ?

Exercice 28.4 — Réserve linéaire et fonds d'amortissement ★★

Reprendre les composantes du tableau 28.4. Calculer la réserve par logement par la méthode linéaire et par le fonds d'amortissement à 3 % et à 5 %, puis les montants pour douze logements. Montrer que le fonds d'amortissement tend vers la méthode linéaire lorsque le taux tend vers zéro. La convention du dossier (675 $ par logement) est-elle plus proche de l'une ou de l'autre, et quelle hypothèse implicite cela traduit-il ?

Exercice 28.5 — Cohérence réserve et taux sur un comparable ★★

Un immeuble comparable de vingt logements s'est vendu 4 100 000 $; son revenu net reconstitué après une réserve de 675 $ par logement est de 182 000 $. Calculer le taux global après réserve et avant réserve. Un analyste applique le taux avant réserve au revenu net après réserve du cas 3 (89 955,75 $). Quelle valeur obtient-il, quelle est l'erreur relative par rapport à l'application cohérente, et pourquoi l'écart exact diffère-t-il de RR_{sujet}/R' ? Que donnerait l'application du taux avant réserve au revenu avant réserve du sujet ?

Exercice 28.6 — Gestion imputée et propriétaire-occupant ★★★

Pour le triplex du cas 2 (tableau 28.7), calculer le revenu net et le ratio de dépenses sans gestion imputée, puis avec une gestion de 5 % du revenu brut effectif. En supposant que le taux global médian des ventes de plex du secteur, 3,17 %, a été extrait de revenus nets incluant une gestion imputée de 4 %, quelle surévaluation commet l'analyste qui capitalise le revenu net sans gestion ? Discuter la pertinence d'imputer une gestion à un propriétaire-occupant qui achète pour se loger, et le lien avec la notion de valeur d'investissement.

Exercice 28.7 — Réserve, dépenses en capital et double comptage ★★★

Les dépenses en capital programmées du cas 3 sont de 85 000 $ en 2027, 40 000 $ en 2029 et 120 000 $ en 2032 (horizon de dix ans à partir de 2026, taux d'actualisation de 7,25 %). Calculer leur valeur actuelle et l'annuité équivalente sur dix ans. Un évaluateur retranche cette annuité du revenu net capitalisé en plus de la réserve de 8 103 $, tout en conservant les dépenses en capital dans les flux actualisés : quelle valeur obtient-il par capitalisation à 4,415 % et quelle est l'erreur ? Démontrer ensuite, à l'aide de l'équation (28.8), que pour une composante de 2 200 $ par logement remplacée tous les douze ans dans douze logements, la valeur actuelle des remplacements perpétuels à 3 % égale celle d'une réserve perpétuelle calculée par le fonds d'amortissement au même taux.

Pour aller plus loin

Appraisal Institute (2026) consacrent un chapitre à l'état des résultats reconstitué, au classement des dépenses et à la réserve de remplacement, et constituent la référence professionnelle nord-américaine ; l'édition canadienne de UBC Real Estate Division (2010) en transpose la matière au contexte canadien. Fisher et Martin (2007) offrent l'exposé pédagogique le plus détaillé sur la normalisation des dépenses des immeubles à revenus, avec de nombreux états reconstitués commentés ; Brueggeman et Fisher (2022) traitent la même matière du point de vue de l'investisseur et du prêteur, en insistant sur la distinction entre revenu net et flux de trésorerie. Geltner et al. (2014) situent le revenu net dans la théorie financière de l'immobilier et discutent la cohérence entre la définition du revenu, les dépenses en capital et le taux de capitalisation, point que le présent chapitre a formalisé. Du côté de la recherche, Bokhari et Geltner (2018) mesurent l'ampleur des dépenses en capital du multirésidentiel américain et leur rôle dans la dépréciation, et Harding et al. (2007) estiment, par un modèle de ventes répétées, la dépréciation du capital résidentiel et l'effet compensateur de l'entretien, qu'ils situent autour de un pour cent de la valeur par année pour les propriétaires-occupants américains ; ces deux articles donnent à la réserve et aux dépenses en capital leur fondement empirique. Pour le Québec, le barème de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (2015), malgré son âge, reste le seul document public chiffré sur les frais d'exploitation des immeubles locatifs, et les pages du Tribunal administratif du logement sur les critères de fixation (Tribunal administratif du logement 2026a ; Tribunal administratif du logement 2026d) décrivent le second usage, réglementaire, que le droit québécois fait des dépenses d'un immeuble.

29

Capitalisation directe

La capitalisation directe est la plus ancienne et la plus répandue des techniques de la méthode du revenu : elle convertit un revenu net d'exploitation (RNE, *net operating income*) d'une seule année en une indication de valeur au moyen d'un seul taux, le taux global de capitalisation. Sa simplicité apparente est trompeuse. Derrière le quotient $V = RNE_1 / R$ se cachent une hypothèse sur la durée des flux, une hypothèse sur leur croissance, une hypothèse sur le risque et, surtout, une exigence de cohérence absolue entre la définition du revenu capitalisé et celle du revenu qui a servi à extraire le taux. Ce chapitre dérive la formule à partir de l'actualisation d'un flux perpétuel, montre comment extraire le taux de ventes comparables, le construire à partir des conditions de financement ou d'un modèle de croissance, puis applique l'ensemble à l'immeuble de douze logements de Rosemont (cas 3) dont les chapitres 27 et 28 ont établi les revenus et les dépenses. Le chapitre 30 (flux actualisés) et le chapitre 31 (financement) reprennent les mêmes chiffres : le lecteur y verra que la capitalisation directe n'est qu'un cas particulier, mais un cas particulier dont la discipline reste indispensable.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- dériver $V = RNE_1 / R$ de la somme actualisée d'un flux perpétuel et énoncer les hypothèses que cette dérivation impose (période, prospectivité, croissance, risque) ;
- extraire un taux global d'un échantillon de ventes, choisir entre médiane, moyenne et moyenne pondérée, et corriger le taux pour l'état et la taille au moyen d'une régression simple ;
- construire un taux par la bande d'investissement, par la formule de couverture de la dette, par le modèle de Gordon et par les formules d'Ellwood et d'Akerson, en démontrant leur équivalence et leurs cas limites ;
- vérifier la cohérence entre le revenu capitalisé et le taux (réserves, dépenses en capital, gestion imputée, taxes foncières calculées sur la valeur au rôle) et reconnaître les erreurs de convention les plus coûteuses ;
- situer un taux dans son marché à partir des publications d'industrie et des taux sans risque, et interpréter l'écart comme une prime de risque ;

– mesurer la sensibilité de la valeur au taux et au revenu, et présenter une fourchette plutôt qu'un chiffre unique.

29.1 La logique de la capitalisation directe

29.1.1 De la somme actualisée au quotient

Tout actif qui produit des revenus vaut, pour un investisseur, la somme de ces revenus futurs ramenés à aujourd'hui. Si l'immeuble rapporte un revenu net RNE_t à la fin de chaque année t et si l'investisseur exige un taux de rendement annuel r, la valeur à la date d'évaluation s'écrit

$$V_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{RNE_t}{(1+r)^t}. \tag{29.1}$$

La capitalisation directe repose sur la forme la plus simple de cette somme : un revenu constant perpétuel, $RNE_t = RNE$ pour tout t. La série géométrique de raison $1/(1+r)$, avec $r > 0$, converge et donne

$$V_0 = RNE \sum_{t=1}^{\infty} (1+r)^{-t} = RNE \cdot \frac{(1+r)^{-1}}{1-(1+r)^{-1}} = \frac{RNE}{r}. \tag{29.2}$$

Dans ce cas particulier, le taux de capitalisation et le taux d'actualisation coïncident : $R = r$. Cette égalité n'est vraie que si le revenu est constant à perpétuité et si l'immeuble ne se déprécie ni ne s'apprécie. Dès que le revenu croît, la section 29.3.3 montrera que $R = r - g$; dès que l'immeuble est détenu pour une durée finie puis revendu, la section 29.3.4 montrera que R incorpore la variation de valeur attendue. Le taux global n'est donc pas un rendement : c'est un *rapport* entre un revenu d'une année et un prix, dans lequel le marché a résumé toutes ses anticipations.

Définition 29.1 : Taux global de capitalisation

Le **taux global de capitalisation** (*overall capitalization rate*), noté R, est le rapport entre le revenu net d'exploitation prospectif de la première année et la valeur de la pleine propriété :

$$R = \frac{RNE_1}{V_0}, \qquad \text{d'où} \qquad V_0 = \frac{RNE_1}{R}. \tag{29.3}$$

Le taux est dit *global* parce qu'il s'applique à l'ensemble de l'immeuble (terrain et bâtiment, dette et fonds propres confondus) et qu'il incorpore implicitement le rendement courant et la variation de valeur anticipée. Il se distingue du taux de rendement r (taux d'actualisation) et du rendement courant des fonds propres R_E.

29.1.2 Les hypothèses implicites

La dérivation (29.2) rend explicites quatre hypothèses que la pratique oublie souvent. La première est l'*horizon infini* : le revenu est supposé durer indéfiniment, ce qui suppose que les dépenses d'exploitation comprennent ce qu'il faut pour maintenir l'immeuble dans

un état qui préserve ce revenu. C'est le fondement de la réserve de remplacement discutée au chapitre 28 et à la section 29.4. La deuxième est la *stationnarité* : le revenu de l'année 1 est représentatif de la suite ; un immeuble dont les loyers sont très en deçà du marché, ou dont le taux d'inoccupation est anormal au moment de l'évaluation, viole cette hypothèse et appelle soit une stabilisation du revenu, soit un passage aux flux actualisés. La troisième est la *cohérence de période* : si RNE_1 est un revenu annuel, R est un taux annuel effectif ; capitaliser un revenu mensuel ou un revenu de l'exercice écoulé avec un taux annuel extrait de revenus prospectifs est une faute de dimension. La quatrième est la *cohérence de définition* : le taux extrait du marché ne peut s'appliquer qu'à un revenu défini exactement comme celui des ventes dont il provient, ce qui vaut pour la vacance, les réserves, la gestion et les taxes.

Le qualificatif **prospectif** de RNE_1 mérite insistance. L'acheteur paie pour le revenu qu'il recevra, non pour celui que le vendeur a perçu. L'annexe des conventions de calcul fixe la règle de l'ouvrage : RNE_1 est le revenu net des douze mois qui suivent la date d'évaluation, établi à partir des baux en vigueur, de l'inoccupation et des mauvaises créances attendues, et des dépenses normalisées indexées. Lorsqu'un taux est extrait d'une vente, le revenu placé au numérateur est, de la même façon, le revenu prospectif de l'acheteur à la date de la vente, reconstitué avec les mêmes conventions. La littérature anglo-saxonne appelle parfois *trailing cap rate* le rapport fondé sur le revenu écoulé et *forward cap rate* celui fondé sur le revenu prospectif ; dans un marché où les loyers croissent de trois à cinq pour cent par année, l'écart entre les deux atteint facilement quinze à vingt points de base, ce qui n'est pas négligeable lorsque la valeur varie de plus de cinq pour cent par quart de point de taux (section 29.8).

29.1.3 Place de la technique dans la méthode du revenu

Les normes professionnelles présentent la capitalisation directe et l'actualisation des flux comme deux techniques d'une même méthode, celle du revenu (International Valuation Standards Council 2025, IVS 103, sect. 60). Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent que le rapport expose le raisonnement et justifie le rejet d'une méthode traditionnelle (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, éléments 8 et 10) ; pour un immeuble locatif, l'évaluateur qui s'abstient de capitaliser le revenu doit s'en expliquer. Geltner et al. (2014) insistent sur le fait que la capitalisation directe est une technique de *comparaison* déguisée : le taux est un prix relatif observé sur le marché, de la même nature qu'un prix au mètre carré, et sa fiabilité tient entièrement à la qualité des ventes dont il est tiré. Baum et al. (2021) parlent, dans la tradition britannique, de *all-risks yield* pour souligner que ce taux unique porte tous les risques et toutes les anticipations de croissance, par opposition aux méthodes explicites qui les détaillent. Cette lecture guide la suite du chapitre : extraire d'abord, construire ensuite pour vérifier, et toujours confronter.

29.2 Extraction du taux à partir des ventes

29.2.1 Sélection des ventes

L'extraction consiste à calculer, pour chaque vente comparable j, le rapport $R_j = RNE_{1,j}/P_j$ entre le revenu net prospectif reconstitué et le prix observé, puis à résumer la distribution de ces rapports. La sélection obéit aux mêmes principes que le choix des comparables en méthode de comparaison (chapitre 16) : même marché, même segment de taille, même catégorie d'investisseur, délai raisonnable. Pour un immeuble de douze logements à Montréal,

le segment pertinent est celui des immeubles de six à trente logements achetés par des investisseurs privés ; les tours de cent logements relèvent d'un marché institutionnel dont les taux sont systématiquement plus bas, comme le montrent les fourchettes publiées par les courtiers (section 29.6). Le délai de vingt-quatre mois retenu ici est long ; il est acceptable lorsque les taux ont été stables, mais il faut alors vérifier l'absence de tendance temporelle dans les taux extraits, faute de quoi un ajustement au temps s'impose.

Les ventes retenues doivent ensuite être épurées des conditions qui faussent le prix : financement avantageux consenti par le vendeur, vente liée, succession, reprise, vente d'un portefeuille. Le prix P_j est le prix épuré, conformément à la définition de la valeur marchande qui suppose un paiement comptant ou équivalent (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Enfin, et c'est le point le plus souvent négligé, le revenu $RNE_{1,j}$ de chaque vente doit être *reconstitué par l'évaluateur* selon ses propres conventions, et non repris tel quel de la fiche descriptive du courtier. Les revenus annoncés à la vente sont souvent des revenus bruts potentiels sans inoccupation, avec des dépenses incomplètes et sans réserve ; un taux calculé sur ce revenu est un taux « de courtier » qui surestime systématiquement le rendement et qui, appliqué à un revenu normalisé, sous-estime la valeur.

Données synthétiques

Les ventes et l'immeuble sujet de ce chapitre proviennent du dossier synthétique du cas 3 : `data/synthetic/cas3_montreal_comparables.csv` (quarante ventes d'immeubles de 6 à 30 logements, septembre 2024 à août 2026, cinq quartiers de l'île de Montréal), `cas3_montreal_etat_locatif.csv` (douze baux), `cas3_montreal_depenses.csv` (trois exercices) et `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json`. Ils sont générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine 20261031. Les ordres de grandeur sont calibrés sur des publications publiques consignées dans `data/synthetic/calibration.json` : loyers moyens de la zone Rosemont et taux d'inoccupation de la RMR d'octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), fourchette des taux de capitalisation du multirésidentiel de basse hauteur de classe B à Montréal au troisième trimestre de 2026 (CBRE Canada 2026), taux hypothécaire assuré à taux fixe de cinq ans et plus d'août 2026 (Banque du Canada 2026b), taxe foncière générale résidentielle 2026 de Montréal et taxe scolaire 2026-2027. Les relations entre variables (effet de l'état, de la taille, ancienneté des baux) sont des hypothèses pédagogiques déclarées dans `data/synthetic/README.md`. Aucun immeuble, aucune transaction et aucun locataire réels ne sont décrits.

29.2.2 Résumer la distribution : médiane, moyenne, moyenne pondérée

Une fois les taux R_j calculés, trois résumés concurrents se présentent. La *moyenne simple* $\bar{R} = n^{-1} \sum_j R_j$ est sensible aux valeurs extrêmes ; une seule vente mal épurée la déplace. La *médiane* est robuste et c'est le résumé que l'ouvrage retient par défaut, dans l'esprit de la proportion médiane qu'utilise la fiscalité municipale (art. 264 LFM). La **moyenne pondérée par le revenu**, $R_w = \sum_j RNE_j / \sum_j P_j$, revient à traiter l'échantillon comme un seul grand immeuble ; elle accorde plus de poids aux grands immeubles, qui se vendent à des taux plus faibles, et elle est donc biaisée vers le bas lorsque le sujet est plus petit que la moyenne de

l'échantillon. Le tableau 29.1 donne ces trois résumés pour les quarante ventes du cas 3 ; la section 29.2.2 en montre la distribution.

Tableau 29.1. Statistiques des taux globaux extraits de quarante ventes d'immeubles de 6 à 30 logements (cas 3, données synthétiques), revenu net après réserve de remplacement.

Statistique	Taux (%)	Remarque
Nombre de ventes retenues	40	6 à 30 logements, 2024-09 à 2026-08
Minimum	3,720	22 logements, Plateau, état 3
Premier quartile	4,153	
Médiane	**4.415**	résumé retenu par défaut
Moyenne simple	4,404	
Moyenne pondérée par le RNE	4,332	biaisée vers les grands immeubles
Troisième quartile	4,638	
Maximum	5,470	9 logements, Hochelaga, état 4
Écart-type	0,406	coefficient de variation 9,2 %
Régression : constante (état 3, 12 logements)	4,567	prévision pour le sujet
Régression : effet de l'état (par point, 1 à 5)	−0,044	état 4 = mieux noté, taux plus bas
Régression : effet de la taille (par logement)	−0,023	$R^2 = 0{,}16$; écart-type résiduel 0,38 %

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `traite.cas3.taux_extraits` via `analysis/python/cases/ch29_capitalisation.py`, graine 20261031

La médiane de 4,415 % et la moyenne de 4,404 % sont presque confondues, ce qui indique une distribution symétrique sans valeur aberrante ; la moyenne pondérée, à 4,332 %, est inférieure de huit points de base parce que les immeubles de vingt-sept à trente logements, nombreux dans l'échantillon, se sont vendus entre 3,72 % et 4,74 %. Pour un sujet de douze logements, cette moyenne pondérée n'est pas le bon résumé.

29.2.3 Corriger pour l'état et la taille : une régression simple

Lorsque l'échantillon est hétérogène, la médiane brute mélange des immeubles qui ne sont pas tous comparables au sujet. Une régression linéaire du taux sur les écarts d'attributs par rapport au sujet permet de lire directement le taux « ajusté » : avec e_j l'état de l'immeuble j sur une échelle de 1 à 5 et n_j son nombre de logements,

$$R_j = a + b_1(e_j - 3) + b_2(n_j - 12) + \varepsilon_j, \tag{29.4}$$

où le centrage sur les attributs du sujet (état 3, douze logements) fait de la constante a la prévision du taux pour le sujet. Sur les quarante ventes, l'estimation par moindres carrés donne $a = 4{,}567$ %, $b_1 = -0{,}044$ point par point d'état et $b_2 = -0{,}023$ point par logement (tableau 29.1). Les signes sont ceux qu'attend la théorie : un immeuble mieux entretenu et un immeuble plus grand se vendent à des taux plus bas, le premier parce que son risque d'entretien est moindre, le second parce qu'il attire des acheteurs mieux capitalisés et qu'il offre des économies de gestion. L'ampleur, en revanche, est modeste : passer de douze à trente logements abaisse le taux de quarante points de base, et le coefficient de détermination de 0,16 rappelle que l'essentiel de la dispersion des taux tient à des facteurs non observés

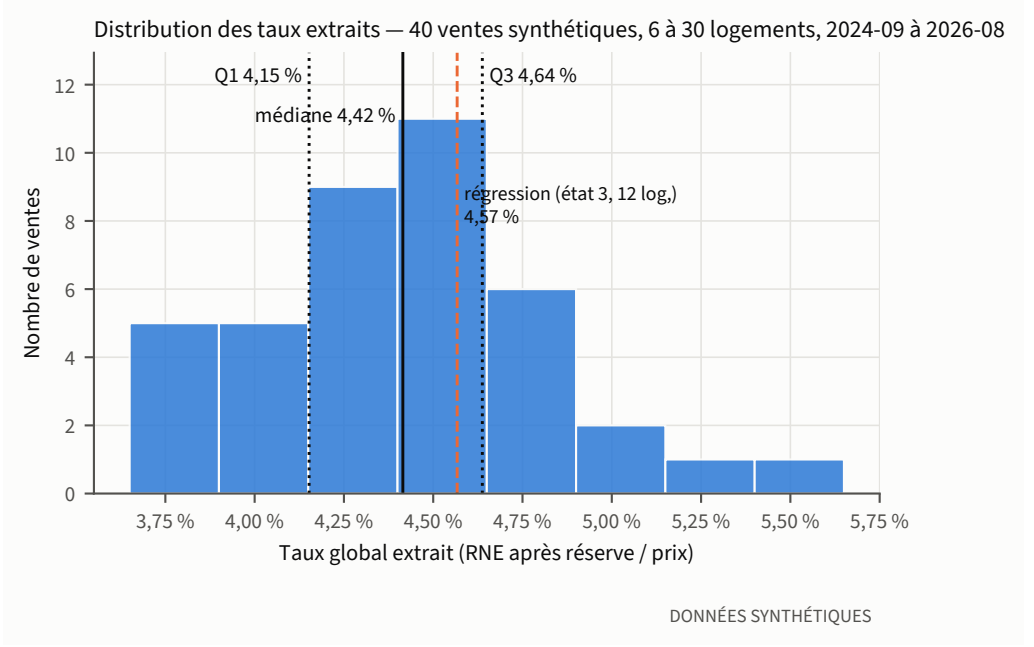


Figure 29.1. Distribution des quarante taux globaux extraits du cas 3. La médiane (4,415 %) et les quartiles résument un échantillon dont l'étendue dépasse 170 points de base; la prévision de la régression pour un immeuble de douze logements en état moyen (4,57 %) se situe au-dessus de la médiane, parce que l'échantillon contient beaucoup de grands immeubles vendus à des taux plus bas.

Source: [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch29_figures.py`, graine 20261031

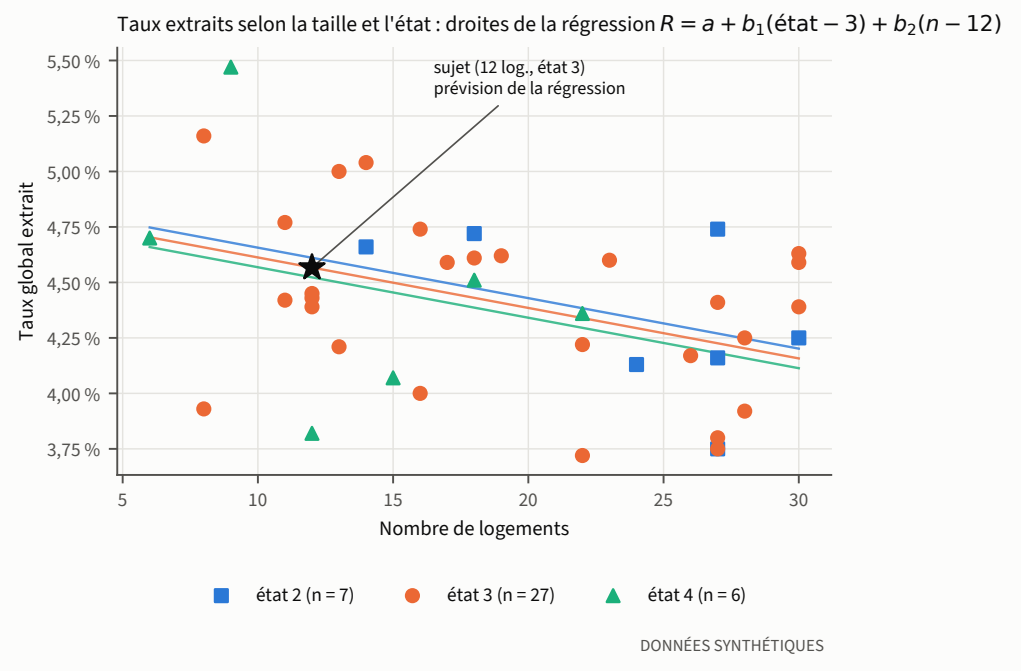


FIGURE 29.2. Taux extraits selon le nombre de logements, par niveau d'état (trois séries), avec les droites de la régression (29.4). La pente négative sur la taille et le décalage vers le bas des immeubles en meilleur état sont visibles, mais la dispersion autour des droites (écart-type résiduel de 38 points de base) l'emporte sur les effets systématiques ; l'étoile marque la prévision pour le sujet.
Source: [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch29_figures.py`, graine 20261031

(qualité des baux, négociation, moment de la vente). La section 29.2.3 montre le nuage et les trois droites.

La régression n'est pas une fin en soi. Elle sert à poser une question précise : la médiane de l'échantillon convient-elle au sujet, ou faut-il la corriger ? Ici, la prévision de 4,567 % dépasse la médiane de quinze points de base ; la section 29.7 discutera s'il faut suivre ce signal ou si d'autres caractéristiques du sujet, en particulier des loyers contractuels nettement inférieurs au marché, le compensent. Avec un écart-type résiduel de 38 points de base et quarante observations, l'erreur-type de la constante est d'environ six points de base ; l'écart entre la prévision et la médiane est donc statistiquement réel, mais petit devant l'incertitude de chaque vente prise isolément.

29.3 Construction du taux

L'**extraction du taux** fournit le taux du marché ; la **construction du taux** fournit le taux *qu'un investisseur devrait exiger* compte tenu de ses conditions de financement et de ses anticipations. Les deux doivent se recouper. Lorsqu'elles divergent, l'écart est lui-même une information : il dit que le marché anticipe une croissance ou accepte un rendement différent de ceux que l'évaluateur a supposés. Quatre constructions sont présentées, de la plus simple à la plus complète.

29.3.1 La bande d'investissement

Un immeuble est financé par une hypothèque et par des fonds propres. Notons $M = RPV$ la part de la valeur financée par dette, f la **constante hypothécaire** (service annuel de la dette rapporté au capital emprunté) et R_E le **rendement courant des fonds propres** (*equity dividend rate* ou *cash-on-cash*), c'est-à-dire le flux de trésorerie avant impôt de la première année rapporté à la mise de fonds. Le revenu net doit couvrir le service de la dette et rémunérer les fonds propres :

$$RNE_1 = \underbrace{M V_0 f}_{\text{service de la dette}} + \underbrace{(1-M) V_0 R_E}_{\text{flux aux fonds propres}} . \tag{29.5}$$

En divisant par V_0 on obtient la formule de la **bande d'investissement** (*band of investment*) :

$$R = M f + (1 - M) R_E . \tag{29.6}$$

Le taux global est une moyenne pondérée du coût courant de la dette et du rendement courant des fonds propres, les pondérations étant les parts respectives dans la valeur. La constante f se calcule pour une hypothèque canadienne à taux nominal i composé semestriellement, remboursée par N versements mensuels, avec le taux périodique $i_m = (1 + i/2)^{1/6} - 1$:

$$f = 12 \, \frac{i_m}{1 - (1 + i_m)^{-N}} . \tag{29.7}$$

Pour le taux assuré de 4,12 % et un amortissement de quarante ans ($N = 480$), $f = 5{,}079\,\%$: chaque dollar emprunté coûte environ cinq cents par année en intérêts et en remboursement de capital. On remarque immédiatement que ce coût dépasse la médiane des taux extraits (4,415 %). Lorsque $f > R$, le levier est *négatif* au sens du rendement courant : chaque dollar

emprunté coûte plus qu'il ne rapporte en première année, et le rendement courant des fonds propres est inférieur au taux global. La formule (29.6) le quantifie en sens inverse : le rendement courant des fonds propres compatible avec le marché est $R_E = (R - Mf)/(1-M) = (0{,}044\,15 - 0{,}75 \times 0{,}050\,79)/0{,}25 = 2{,}42\,\%$. Un acheteur qui finance à 75 % au taux assuré et paie le prix du marché encaisse donc, la première année, un rendement courant d'à peine deux et demi pour cent sur sa mise de fonds ; il n'accepte un tel rendement que parce qu'il compte sur la hausse des loyers et de la valeur, ce que la section 29.3.4 formalisera. Le tableau 29.2 donne aussi la lecture directe : si l'on impose un rendement courant de six pour cent, la bande d'investissement produit un taux de 5,31 %, bien au-dessus du marché.

La bande d'investissement a deux limites qu'il faut connaître. Elle ignore le remboursement du capital, qui est une forme d'épargne pour l'investisseur et non un coût ; elle ignore la variation de valeur. Elle décrit donc le rendement *courant*, non le rendement *total*. C'est pourquoi elle sert surtout de vérification du côté des prêteurs, et c'est la formule suivante qui en découle directement.

29.3.2 La formule de couverture de la dette

Les prêteurs n'exigent pas seulement un ratio prêt-valeur ; ils exigent que le revenu net couvre le service de la dette avec une marge, le ratio de couverture de la dette $RCD = RNE_1/SD$. En écrivant le service de la dette $SD = MV_0 f$ et en imposant $RCD = RNE_1/SD$, on obtient $RNE_1 = RCD \cdot MV_0 f$, d'où

$$R = RCD \cdot M \cdot f. \tag{29.8}$$

Cette formule donne le taux global *minimal* qui permet à un acheteur d'obtenir le financement maximal autorisé par le prêteur ; c'est le taux du marché vu par le prêteur plutôt que par l'investisseur. Avec les paramètres du cas 3, soit un ratio de couverture minimal de 1,20, un ratio prêt-valeur de 75 % et $f = 5{,}079\,\%$, on trouve $R = 1{,}20 \times 0{,}75 \times 0{,}050\,79 = 4{,}571\,\%$. Ce taux est supérieur à la médiane extraite : si l'acheteur paie le prix du marché, le prêt plafonné par la couverture de la dette sera inférieur à 75 % de la valeur. Le chapitre 31 le confirme : pour ce sujet, la contrainte de couverture l'emporte sur la contrainte de ratio prêt-valeur, et le prêt effectivement accessible représente environ 67 % de la valeur. Les programmes d'assurance de la SCHL pour immeubles collectifs admettent des ratios de couverture plus faibles (jusqu'à 1,10 pour le locatif ordinaire dans APH Select) et des amortissements plus longs (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a) ; en abaissant simultanément RCD et f, ils abaissent le taux « du prêteur » et contribuent à expliquer pourquoi le multirésidentiel se négocie à des taux inférieurs au coût de la dette conventionnelle.

29.3.3 Le modèle de Gordon : $R = r - g$

Revenons à la somme actualisée (29.1) en supposant maintenant que le revenu croît à un taux constant g : $RNE_t = RNE_1(1+g)^{t-1}$. La somme devient

$$V_0 = \frac{RNE_1}{1+r} \sum_{t=1}^{\infty} \left(\frac{1+g}{1+r} \right)^{t-1} = \frac{RNE_1}{1+r} \cdot \frac{1}{1 - \frac{1+g}{1+r}} = \frac{RNE_1}{r-g}, \qquad r > g, \tag{29.9}$$

ce qui est le modèle de croissance de Gordon et Shapiro (1956) appliqué à l'immobilier. Le taux global est donc

$$R = r - g. \tag{29.10}$$

La formule est d'une clarté remarquable : le taux de capitalisation est le rendement exigé *moins* la croissance attendue du revenu net. Elle repose sur trois hypothèses fortes. La croissance est constante et perpétuelle ; il faut donc utiliser une croissance de long terme (celle des loyers nets d'un marché mature), et non le rattrapage temporaire d'un immeuble sous-loué. La valeur croît au même rythme que le revenu, puisque $V_t = RNE_{t+1}/(r-g)$; c'est cohérent pour un immeuble sans dépréciation nette, mais l'usure réelle des bâtiments (Bokhari et Geltner 2018) impose que g soit une croissance *nette de dépréciation*, c'est-à-dire inférieure à la croissance des loyers de marché. Enfin r doit excéder g, sans quoi la somme diverge ; la bibliothèque `traite.finance` refuse d'ailleurs l'appel dans ce cas.

Appliqué au cas 3 avec le taux d'actualisation de 7,25 % retenu pour les flux actualisés du chapitre 30, le modèle donne $R = 7{,}25\,\% - 2{,}25\,\% = 5{,}00\,\%$ si la croissance de long terme est fixée à 2,25 %, ce qui est précisément le taux terminal du dossier ; il donne 4,15 % si l'on retient le taux de base de 3,1 % publié par le Tribunal administratif du logement pour 2026 (Tribunal administratif du logement 2026d), ce qui montre à quel point le résultat dépend de g. Lu à l'envers, le modèle transforme le taux de marché en croissance implicite : $g = r - R = 7{,}25\,\% - 4{,}415\,\% = 2{,}835\,\%$. Si le marché exige 7,25 % et paie 4,415 %, il anticipe une croissance perpétuelle du revenu net d'environ 2,8 % par année, soit une valeur plausible entre l'inflation visée et la hausse récente des loyers. C'est l'usage le plus fécond de Gordon en évaluation : non pas produire un taux, mais interpréter celui qu'on observe (Geltner et al. 2014 ; Plazzi et al. 2010).

29.3.4 Ellwood et Akerson : la méthode hypothèque–fonds propres

Ellwood (1970) a généralisé la bande d'investissement en tenant compte de ce qu'elle oublie : le remboursement du capital pendant la détention et la variation de valeur à la revente. Le raisonnement part du rendement des fonds propres Y_E sur un horizon de n années. L'investisseur apporte $(1-M)V_0$, reçoit chaque année $RNE - MV_0 f$ (supposé constant), puis touche à la revente le prix $V_0(1+\Delta)$ diminué du solde de l'hypothèque $MV_0(1-P)$, où Δ est la variation relative de la valeur et P la fraction du capital remboursée en n années. La condition de rendement s'écrit

$$(1-M)V_0 = (RNE - MV_0 f)\, a_{\overline{n}|Y_E} + \frac{V_0(1+\Delta) - MV_0(1-P)}{(1+Y_E)^n}, \tag{29.11}$$

où $a_{\overline{n}|Y_E} = \left[1-(1+Y_E)^{-n}\right]/Y_E$ est le facteur d'annuité. Divisons par V_0, posons $R = RNE/V_0$ et isolons R :

$$R = Mf + \frac{1}{a_{\overline{n}|Y_E}}\left[(1-M) - \frac{(1+\Delta) - M(1-P)}{(1+Y_E)^n}\right]. \tag{29.12}$$

Deux identités des mathématiques financières permettent de simplifier : $1/a_{\overline{n}|Y} = Y + SFF$ et $(1+Y)^{-n}/a_{\overline{n}|Y} = SFF$, où $SFF = Y/\left[(1+Y)^n - 1\right]$ est le **facteur de fonds d'amortissement** (*sinking fund factor*), c'est-à-dire le versement annuel qui accumule un dollar en n années au taux Y. En les substituant dans (29.12), il vient

$$\begin{aligned} R &= Mf + (1-M)(Y_E + SFF) - (1+\Delta)SFF + M(1-P)SFF \\ &= Mf + (1-M)Y_E - MP\,SFF - \Delta\,SFF. \end{aligned} \tag{29.13}$$

C'est la formulation dite d'Akerson, que Appraisal Institute (2026) présentent comme la version « sans algèbre » de la méthode : le taux global est la bande d'investissement calculée

avec le *rendement total* des fonds propres Y_E plutôt qu'avec le rendement courant, diminuée du crédit pour le capital remboursé ($MP\,SFF$) et du crédit pour l'appréciation ($\Delta\,SFF$). La formulation originale d'Ellwood regroupe les termes autrement :

$$R = Y_E - M\,(Y_E + P\,SFF - f) - \Delta\,SFF, \tag{29.14}$$

où le terme entre parenthèses est le *coefficient hypothécaire* d'Ellwood. Le lecteur vérifiera en développant (29.14) que $Y_E - MY_E - MP\,SFF + Mf - \Delta\,SFF$ coïncide terme à terme avec (29.13).

Proposition 29.1 : Équivalence d'Ellwood et d'Akerson ; cas limites

Pour tout $M \in [0,1]$, f, P, Δ, $n \geq 1$ et $Y_E > 0$, les expressions (29.13) et (29.14) sont identiques. De plus : (i) sans dette ($M = 0$), $R = Y_E - \Delta\,SFF$; (ii) sans dette ni variation de valeur, $R = Y_E$, ce qui redonne la perpétuité (29.2) ; (iii) avec un prêt à intérêt seulement ($P = 0$) et sans variation de valeur, $R = Mf + (1 - M)Y_E$, ce qui redonne la bande d'investissement (29.6) avec $R_E = Y_E$.

Démonstration. L'identité résulte du développement de (29.14) : $Y_E - MY_E - MP\,SFF + Mf - \Delta\,SFF = Mf + (1 - M)Y_E - MP\,SFF - \Delta\,SFF$. Les cas limites s'obtiennent en substituant $M = 0$, puis $\Delta = 0$, puis $P = 0$ et $\Delta = 0$ dans (29.13). Dans le cas (ii), le revenu constant est perçu à perpétuité par un propriétaire sans dette dont la valeur ne change pas : la valeur est bien RNE/Y_E. □

Le cas sans dette mérite un commentaire, car il relie Ellwood à Gordon. Sans dette, Ellwood donne $R = Y_E - \Delta\,SFF$ avec un revenu *constant* et une plus-value Δ réalisée *à la fin* de l'horizon ; Gordon donne $R = r - g$ avec un revenu qui *croît chaque année* et une valeur qui croît au même rythme à perpétuité. Si l'on choisit $\Delta = (1 + g)^n - 1$ pour que la valeur finale soit la même, les deux taux ne coïncident pas exactement, parce que le revenu intermédiaire n'est pas le même : Ellwood capitalise un revenu stable alors que Gordon capitalise le premier terme d'un revenu croissant. Avec $Y_E = r = 7{,}25\,\%$, $g = 2{,}25\,\%$ et $n = 10$, on obtient $\Delta = 24{,}92\,\%$, $SFF = 0{,}071\,5$ et donc $R_{\text{Ellwood}} = 7{,}25\,\% - 0{,}249\,2 \times 0{,}071\,5 = 5{,}47\,\%$ contre $R_{\text{Gordon}} = 5{,}00\,\%$. L'écart de 47 points de base est le prix de l'hypothèse de revenu constant ; Ellwood a d'ailleurs proposé un facteur de correction (le facteur J) pour un revenu qui varie linéairement, que l'ouvrage n'utilise pas puisque les flux actualisés du chapitre 30 traitent explicitement la trajectoire du revenu.

Le tableau 29.2 rassemble les quatre constructions appliquées au cas 3, et la section 29.3.4 en décompose les composantes. Avec les paramètres du dossier ($Y_E = 7{,}25\,\%$, $M = 75\,\%$, $f = 5{,}079\,\%$, $P = 12{,}25\,\%$ du capital remboursé en dix ans, $\Delta = 24{,}92\,\%$), la formule d'Ellwood donne $R = 3{,}18\,\%$, un taux très inférieur au marché, qui conduirait à une valeur de 2 826 982 $. Ce résultat n'est pas une anomalie : il dit qu'un investisseur qui se contenterait d'un rendement total de 7,25 % sur ses fonds propres, en empruntant 75 % à 4,12 % et en comptant sur une appréciation de 25 % en dix ans, pourrait payer beaucoup plus que le marché. Autrement dit, le marché n'achète pas sur ces hypothèses. Deux lectures inverses sont instructives. Si l'on fixe $Y_E = 7{,}25\,\%$, l'appréciation implicite qui ramène le taux à la médiane de marché n'est que de 7,68 % en dix ans, soit moins d'un pour cent par année ; si l'on fixe plutôt $\Delta = 24{,}92\,\%$, le rendement total implicite des fonds propres est de 10,70 %. Le marché des petits immeubles locatifs montréalais au troisième trimestre de 2026 se comporte

donc soit comme s'il exigeait un rendement sur fonds propres voisin de dix à onze pour cent, soit comme s'il n'attendait qu'une faible appréciation ; les deux lectures sont compatibles avec un contexte où le coût de la dette excède le taux de capitalisation.

Tableau 29.2. Quatre constructions du taux global appliquées au cas 3 et comparées à la médiane extraite (4,415 %) ; paramètres du dossier synthétique (financement assuré à 4,12 % sur 40 ans, $M = 75\,\%$, $RCD = 1{,}20$, $Y_E = r = 7{,}25\,\%$, horizon 10 ans).

Construction	Paramètres	R (%)	$V = RNE_1/R$ ($)
Médiane extraite (référence)	40 ventes	4,415	2 037 503
Bande d'investissement	$f = 5{,}079\,\%$; R_E implicite $= 2{,}42\,\%$	4,415	2 037 503
Bande d'investissement	$R_E = 6\,\%$ (hypothèse illustrative)	5,309	1 694 335
Couverture de la dette	$RCD = 1{,}20$; $M = 0{,}75$; $f = 5{,}079\,\%$	4,571	1 967 946
Gordon	$r = 7{,}25\,\%$; $g = 2{,}25\,\%$ (taux terminal du cas)	5,000	1 799 115
Gordon	$r = 7{,}25\,\%$; $g = 3{,}10\,\%$ (taux de base TAL 2026)	4,150	2 167 608
Ellwood sans dette	$Y_E = 7{,}25\,\%$; $\Delta = 24{,}92\,\%$; $n = 10$	5,468	1 645 178
Ellwood = Akerson	$M = 0{,}75$; $P = 12{,}25\,\%$; $\Delta = 24{,}92\,\%$	3,182	2 826 982
Ellwood = Akerson	idem, $\Delta = 0$	4,965	1 811 949
Akerson, Δ implicite	$\Delta = 7{,}68\,\%$ ramène R au marché	4,415	2 037 503

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch29_capitalisation.py` (fonctions `traite.finance.taux_bande_investissement`, `taux_par_rcd`, `taux_gordon`, `taux_ellwood`, `taux_akerson`), graine 20261031

29.4 Cohérence entre le revenu et le taux

Un taux de capitalisation n'a de sens qu'associé à une définition précise du revenu. Quatre postes concentrent les risques d'incohérence : la réserve de remplacement, les dépenses en capital, la gestion et les taxes foncières.

29.4.1 Réserves et dépenses en capital

La convention de l'ouvrage, fixée à l'annexe des conventions de calcul et appliquée au chapitre 28, est d'*inclure* une réserve de remplacement dans le calcul du revenu net utilisé en capitalisation directe et de traiter les dépenses en capital ponctuelles (CAPEX) explicitement dans les flux actualisés, sans réserve en double. La raison est la perpétuité implicite de (29.2) : un revenu perpétuel suppose un immeuble perpétuellement entretenu, ce que la réserve représente. Pour le cas 3, la réserve est de 8 103 $ par année, soit environ 675 $ par logement ; le barème indicatif de la SCHL pour le Québec, daté d'avril 2015, ne prévoyait qu'une centaine de dollars par logement pour les électroménagers et il n'existe pas de norme publique récente (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015), de sorte que le niveau retenu est une convention du dossier, déclarée comme telle.

L'essentiel n'est pas le niveau mais la *symétrie*. Si les taux ont été extraits de ventes dont le revenu net a été reconstitué *après* réserve, ils s'appliquent à un revenu après réserve ; s'ils ont été extraits avant réserve, ils s'appliquent à un revenu avant réserve. Mélanger les deux est l'erreur la plus fréquente et la plus coûteuse. Pour le cas 3, le taux de 4,415 % est un taux après

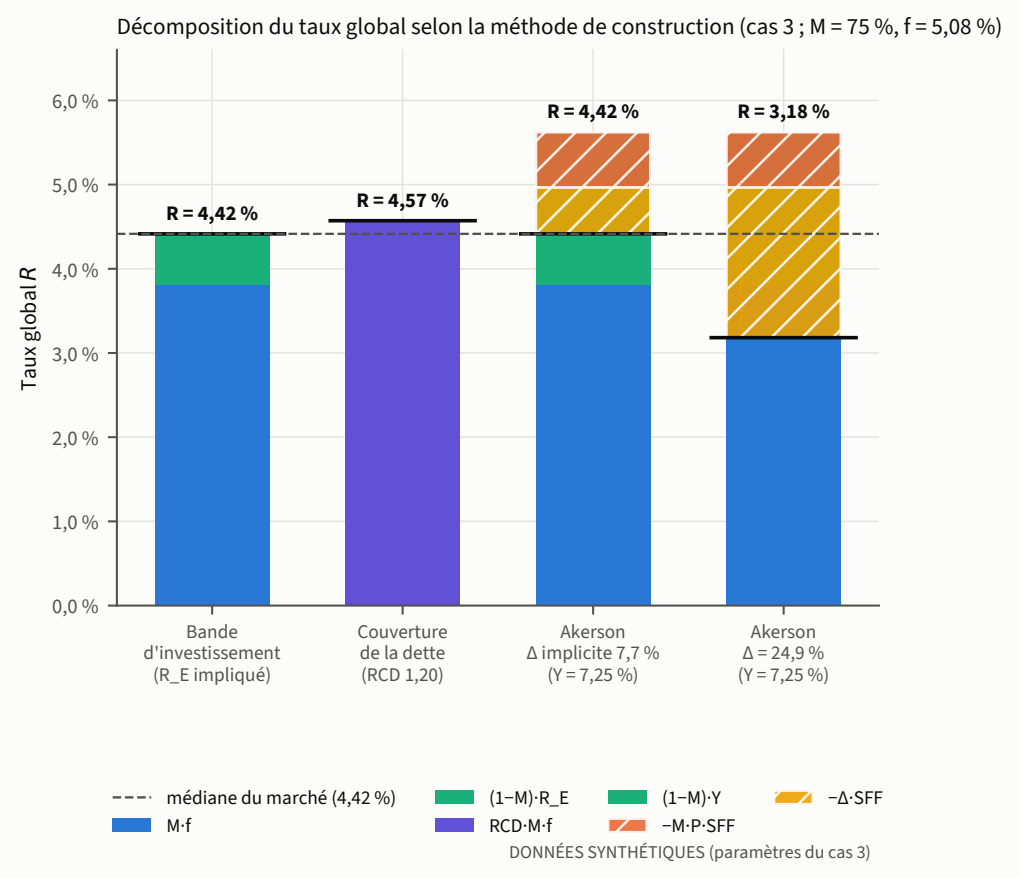


FIGURE 29.3. Décomposition du taux global selon la construction. La part de la dette Mf (3,81 %) est identique dans toutes les constructions ; ce sont la rémunération des fonds propres et les crédits pour remboursement du capital et pour appréciation (hachurés, soustraits) qui distinguent les méthodes. Avec l'appréciation du dossier (24,9 % en dix ans), Ellwood tombe à 3,18 % ; seule une appréciation implicite de 7,7 % ramène le taux à la médiane de marché.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch29_figures.py`, paramètres du cas 3, graine 20261031

réserve. Le taux avant réserve équivalent, pour la même valeur, serait $(RNE_1 + RR)/V_0 = (89\,956\,\$ + 8\,103\,\$)/2\,037\,503\,\$ = 4{,}81\,\%$. Un évaluateur qui extrairait des taux avant réserve des comparables (parce que les fiches de vente ignorent la réserve), soit environ 4,81 %, puis les appliquerait au revenu après réserve du sujet obtiendrait 89 956 $/0,048 1 = 1 869 136 $, une valeur inférieure de huit pour cent à la valeur cohérente. L'erreur est de l'ordre du rapport entre la réserve et le revenu net, ici neuf pour cent ; elle est systématique et toujours dans le même sens.

29.4.2 Gestion imputée

La gestion est un coût même lorsque le propriétaire gère lui-même, parce que l'acheteur type du marché devra soit la payer, soit y consacrer son temps. La convention du dossier impute une gestion de quatre pour cent du revenu brut effectif, soit 6 738 $; le barème SCHL de 2015 suggérait cinq pour cent du revenu brut pour les immeubles de douze logements et plus (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015), et le formulaire de fixation de loyer du Tribunal administratif du logement admet des frais de gestion forfaitaires de cinq pour cent des revenus, plafonnés à dix pour cent. La fourchette est donc de quatre à cinq pour cent pour un immeuble de cette taille. Là encore, la cohérence prime : si la gestion a été imputée aux comparables lors de l'extraction, elle doit l'être au sujet. Omettre la gestion du sujet tout en l'ayant imputée aux comparables gonfle la valeur d'environ $6\,738\,\$/0{,}044\,15 \approx 152\,600\,\$$, soit sept et demi pour cent.

29.4.3 Taxes foncières : valeur au rôle et effet de la vente

Les taxes foncières sont la dépense fixe la plus importante du cas 3 (10 188 $ de taxe municipale générale et 1 738 $ de taxe scolaire, calculées sur la valeur au rôle de 2 200 000 $). Leur normalisation pose une question propre au Québec : faut-il les calculer sur la valeur au rôle en vigueur, ou sur la valeur que l'évaluateur est en train d'estimer ? L'encadré qui suit répond ; retenons ici l'ordre de grandeur. Si la valeur indiquée est de 2 037 503 $ alors que le rôle inscrit 2 200 000 $, les taxes calculées sur la valeur indiquée seraient inférieures de 881 $; capitalisées à 4,415 %, elles représenteraient 19 952 $, soit un pour cent de la valeur. L'effet est modeste dans ce cas parce que l'écart entre la valeur et le rôle est faible (le rapport est de 0,93) ; il devient important lorsque le rôle est très en retard sur le marché ou, inversement, lorsqu'un rôle récent dépasse les prix.

Au Québec : rôle triennal et « taxe de bienvenue »

Au Québec, les taxes foncières d'un immeuble locatif se calculent sur la valeur inscrite au rôle d'évaluation, laquelle reflète l'état et les conditions du marché au 1er juillet du deuxième exercice précédant l'entrée en vigueur du rôle (art. 46 al. 1 LFM, Québec 1979b). Le rôle est triennal : pour Montréal, le rôle 2026-2027-2028 a pour date de référence le 1er juillet 2024 et a fait croître les valeurs des immeubles de six logements et plus de 10,9 % en moyenne (Ville de Montréal 2025b). Une vente ne modifie pas, en elle-même, la valeur inscrite : contrairement à certaines juridictions nord-américaines où la vente déclenche une réévaluation au prix payé, la valeur au rôle n'est revue qu'au dépôt du rôle suivant ou lors d'un événement prévu par la loi (travaux, changement d'usage ;

art. 174 LFM). L'évaluateur normalise donc les taxes sur la valeur au rôle en vigueur multipliée par les taux de l'exercice, en tenant compte, dans les flux actualisés, de la révision attendue au prochain rôle. Pour le cas 3, la taxe foncière générale résidentielle 2026 de Montréal est de 0,463 1 $ par 100 $ d'évaluation (Le Devoir 2026 ; Ville de Montréal 2026f) et la taxe scolaire 2026-2027 de 0,078 99 $ par 100 $ (Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026) ; la taxe d'arrondissement et le taux propre aux immeubles de six logements et plus n'ont pu être vérifiés dans un document officiel lisible et ne sont pas modélisés.
Les *droits sur les mutations immobilières*, familièrement appelés « taxe de bienvenue », ne sont pas une dépense d'exploitation et ne doivent jamais être déduits du revenu net : ce sont des frais d'acquisition payés une fois par l'acquéreur. Leur base est la plus élevée de la contrepartie fournie, de la contrepartie stipulée et de la valeur marchande, cette dernière étant la valeur au rôle multipliée par le facteur comparatif (art. 1.1 LDMI, Québec 1976). Les tranches provinciales 2026 sont de 0,5 % jusqu'à 62 900 $, 1 % jusqu'à 315 000 $ et 1,5 % au-delà (Gouvernement du Québec 2026g) ; Montréal applique un barème progressif propre qui atteint 2 % entre 552 300 $ et 1 104 700 $, 2,5 % jusqu'à 2 136 500 $ et jusqu'à 4 % au-delà de 3 113 000 $, avec un facteur comparatif de 1,00 en 2026 (Ville de Montréal 2026b). Pour le cas 3, la base serait la valeur au rôle de 2 200 000 $, supérieure au prix indiqué de 2 037 503 $: les droits s'élèveraient à 45 460 $, soit 2,2 % du prix, contre 40 763 $ s'ils étaient calculés sur le prix. L'acheteur en tient compte dans son prix ; l'évaluateur en tient compte dans les flux actualisés comme coût d'acquisition (chapitre 30), mais jamais dans le revenu net capitalisé.

29.5 Multiplicateurs du revenu

Avant la capitalisation du revenu net, les praticiens utilisent souvent le **multiplicateur du revenu brut** (MRB, *gross income multiplier*), rapport entre le prix et le revenu brut potentiel ou effectif, et le multiplicateur du revenu net (MRN), rapport entre le prix et le revenu net. Le MRN est l'inverse exact du taux global : $MRN = P/RNE = 1/R$, et la médiane de 4,415 % correspond à un multiplicateur de 22,65 fois le revenu net. Le MRB est lié au taux par le ratio de dépenses d (dépenses totales rapportées au revenu brut effectif) et par le taux de vacance v : comme $RNE = RBP(1 - v)(1 - d)$ en l'absence d'autres revenus,

$$R = \frac{RNE}{P} = \frac{(1 - v)(1 - d)}{MRB}, \qquad MRB = \frac{P}{RBP}. \tag{29.15}$$

Deux immeubles ne peuvent donc avoir le même MRB *et* le même taux que s'ils ont le même ratio de dépenses et la même vacance. C'est la limite fondamentale du multiplicateur brut : il ignore la structure des charges. Un immeuble dont le propriétaire paie le chauffage, ou dont les taxes sont élevées, mérite un MRB plus faible à taux égal.

Les quarante ventes du cas 3 ont un MRB médian de 13,54 (moyenne 13,37, de 9,68 à 17,22), avec un coefficient de variation de 12,8 %, supérieur à celui des taux extraits (9,2 %) : le multiplicateur brut est plus dispersé que le taux parce qu'il incorpore la variabilité des ratios de dépenses. Appliqué au revenu brut potentiel contractuel du sujet (165 540 $), il indique 2 241 412 $; appliqué au revenu brut de marché (186 036 $), 2 518 927 $. La première indication excède de dix pour cent la valeur par capitalisation du revenu net, et la raison est instructive :

le ratio de dépenses du sujet (46,6 % du revenu brut effectif, en incluant gestion et réserve) est nettement supérieur au ratio médian des comparables (39,9 %). Le MRB médian « transporte » vers le sujet la structure de charges des comparables, plus légère que la sienne, et surestime donc sa valeur. Lu autrement, le MRB implicite de la valeur capitalisée est de 12,31, inférieur à la médiane du marché, ce qui est cohérent avec un immeuble plus coûteux à exploiter. Le multiplicateur brut reste utile pour les très petits immeubles (chapitre 32), où les dépenses sont mal documentées et où les acheteurs raisonnent effectivement en multiples de loyers, et comme indicateur de vraisemblance ; il ne remplace pas la capitalisation du revenu net dès que les dépenses sont connues (Fisher et Martin 2007 ; UBC Real Estate Division 2010).

29.6 Les taux observés par marché

29.6.1 Publications d'industrie

Les courtiers en immobilier commercial publient chaque trimestre des fourchettes de taux de capitalisation par ville et par catégorie, fondées sur les transactions dont ils ont connaissance et sur leur jugement. Ces fourchettes sont des opinions d'industrie, non des statistiques officielles, et elles portent sur des immeubles d'une taille généralement supérieure à celle des petits plex ; elles n'en sont pas moins la seule référence publique régulière. Au troisième trimestre de 2026, CBRE situait le multirésidentiel montréalais entre 4,25 % et 4,75 % selon la hauteur et la classe (tours de classe A : 4,50 % à 4,75 % ; tours de classe B et basse hauteur de classe B : 4,25 % à 4,75 % ; basse hauteur de classe A et construction neuve : 4,50 % à 4,75 %), et le multirésidentiel de la ville de Québec entre 4,25 % et 6,00 % (tours A : 4,25 % à 5,00 % ; tours B : 4,75 % à 5,75 % ; basse hauteur A : 4,50 % à 5,25 % ; basse hauteur B : 5,00 % à 6,00 % ; neuf : 4,25 % à 4,75 %) (CBRE Canada 2026). Les moyennes nationales du même rapport s'établissaient à 4,60 % pour les tours de classe A, 4,86 % pour les tours de classe B, 4,73 % et 4,99 % pour la basse hauteur de classes A et B, et 4,68 % pour la construction neuve ; toutes catégories de propriétés confondues (bureaux, industriel, commerce de détail, multirésidentiel), la moyenne nationale était de 6,56 %. Aucune fourchette n'est publiée par CBRE pour Gatineau, Sherbrooke, Trois-Rivières ou Saguenay ; pour ces marchés, l'évaluateur n'a d'autre ressource que l'extraction locale, et l'ouvrage s'interdit d'avancer un chiffre.

La médiane de 4,415 % extraite de l'échantillon synthétique du cas 3 tombe dans la fourchette montréalaise de basse hauteur de classe B sur laquelle le jeu a été calibré ; cette concordance est construite et ne constitue pas une validation. Dans un dossier réel, la comparaison entre le taux extrait des ventes locales et la fourchette publiée est une vérification de vraisemblance, pas un substitut à l'extraction : les petits immeubles de quartier se vendent souvent à des taux plus élevés que les immeubles institutionnels couverts par les courtiers, et parfois plus bas lorsque des acheteurs occupants ou de petits investisseurs paient pour autre chose que le revenu.

29.6.2 Taux sans risque et primes

Un taux de capitalisation se décompose conceptuellement en un taux sans risque, une prime de risque et une correction pour la croissance attendue : en combinant Gordon, $R = r_f + \pi - g$, où r_f est le rendement d'une obligation d'État et π la prime exigée pour détenir de l'immobilier. Le rendement de l'obligation du gouvernement du Canada à dix ans, référence habituelle, était de 3,84 % le 29 octobre 2026, celui de l'obligation à cinq ans de

3,58 %, et le taux directeur venait d'être relevé à 2,50 % le 28 octobre (Banque du Canada 2026c ; Banque du Canada 2026a). Le taux hypothécaire conventionnel de cinq ans affiché par les banques était de 6,19 %, tandis que les fonds effectivement avancés en août 2026 l'étaient à 4,12 % pour les prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus et à 4,58 % pour les prêts non assurés (Banque du Canada 2026b). La section 29.6.2 replace ces niveaux dans un quart de siècle d'histoire.

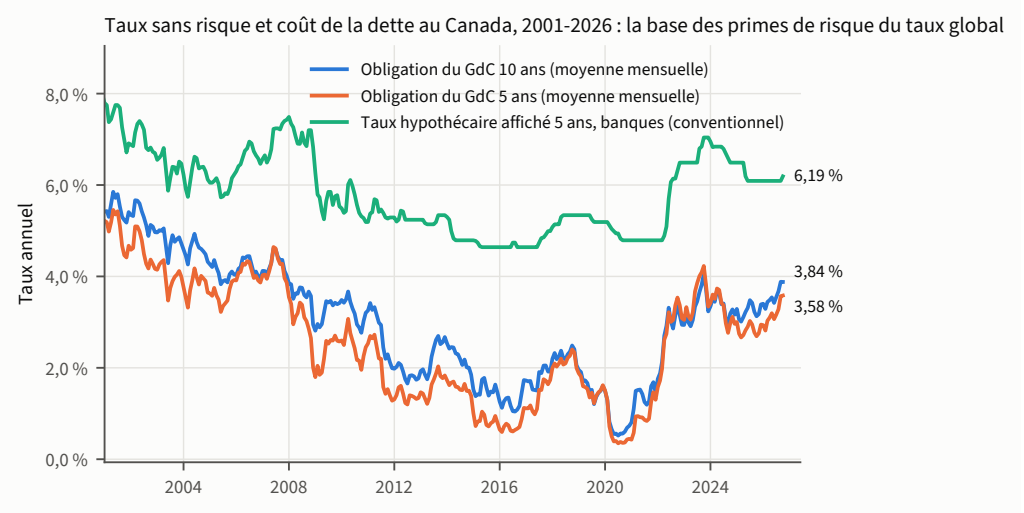


Figure 29.4. Rendements des obligations de référence du gouvernement du Canada à cinq et dix ans et taux hypothécaire conventionnel de cinq ans affiché par les banques à charte, moyennes mensuelles de janvier 2001 à octobre 2026. Après le creux de 2020, la remontée des taux sans risque a rétréci l'écart entre taux de capitalisation et rendement obligataire ; le taux affiché surestime le coût réel de la dette, que les taux des fonds avancés mesurent mieux.

Source : Banque du Canada, API Valet, séries BD.CDN.5YR.DQ.YLD, BD.CDN.10YR.DQ.YLD et V80691335, extraites le 31 octobre 2026 (Banque du Canada 2026c) ; moyennes mensuelles calculées par l'auteur (script `analysis/python/figures/ch29_figures.py`).

L'écart entre le taux de capitalisation et le rendement obligataire est la mesure la plus suivie du marché. CBRE évaluait à 256 points de base l'écart entre sa moyenne nationale toutes propriétés et l'obligation à dix ans au troisième trimestre de 2026 (CBRE Canada 2026) ; calculé avec le rendement du 29 octobre, l'écart serait un peu plus large, la différence tenant à la date de référence du rendement. Pour le multirésidentiel montréalais, la fourchette de 4,25 % à 4,75 % ne dépasse l'obligation à dix ans que de quarante à quatre-vingt-dix points de base, et elle est *inférieure* au coût des fonds avancés non assurés. Une prime aussi mince ne se comprend qu'en tenant compte du terme $-g$: les acheteurs anticipent une croissance des revenus nets qui compense le faible rendement courant, et l'assurance hypothécaire de la SCHL abaisse le coût de la dette au point de rendre le levier moins pénalisant qu'il n'y paraît. Sur la période 2001-2026, le rendement moyen de l'obligation à dix ans a été d'environ 3,0 %, avec un creux de 0,43 % en août 2020 ; les taux de capitalisation n'ont ni suivi la baisse ni la remontée point pour point, ce que la recherche empirique attribue à la persistance des taux, aux anticipations de croissance et au rôle de la disponibilité du crédit.

La littérature est abondante sur les déterminants des taux. Sivitanidou et Sivitanides

(1999) et Sivitanides et al. (2003) montrent que les taux de capitalisation répondent aux conditions du marché local des espaces (vacance, croissance des loyers) autant qu'aux conditions des marchés de capitaux, avec une inertie marquée. Chervachidze et Wheaton (2013) expliquent la compression des taux de 2000 à 2007 et leur brusque remontée en 2008-2009 par la croissance du crédit et l'aversion au risque, au-delà des taux d'intérêt. Duca et Ling (2020) documentent le rôle des primes de risque et de l'arbitrage réglementaire du capital dans le cycle commercial américain. Hendershott et MacGregor (2005) confirment, sur données britanniques, que les investisseurs intègrent rationnellement les anticipations de croissance des loyers dans les taux. Plazzi et al. (2010) établissent enfin que le taux de capitalisation prédit à la fois les rendements futurs et la croissance future des loyers, exactement comme le ratio dividende-prix en finance d'entreprise. Pour l'évaluateur, la leçon commune est que le taux d'un marché n'est ni le taux d'intérêt plus une constante, ni un chiffre figé : c'est un prix qui se déplace lentement et qui résume des anticipations que la section précédente a appris à lire.

29.7 Exemple intégral : l'immeuble de douze logements de Rosemont

Exemple 29.1 : Capitalisation directe du cas 3

L'immeuble sujet est un bâtiment fictif de douze logements (quatre 3½, six 4½, deux 5½) construit en 1962 dans Rosemont–La Petite-Patrie, à Montréal, en état moyen (3 sur 5), avec six stationnements, évalué au 1er septembre 2026 ; sa valeur au rôle 2026-2028 est de 2 200 000 $. Tous les baux viennent à échéance le 30 juin 2027. Les chapitres 27 et 28 ont établi les revenus et les dépenses normalisées ; le tableau 29.3 les récapitule. Chaque chiffre de l'exemple provient du script `analysis/python/cases/ch29_capitalisation.py`, qui appelle les fonctions partagées `traite.cas3.rne` et `traite.cas3.taux_extraits`.

29.7.1 Du revenu brut potentiel au revenu net normalisé

Trois observations préparent le choix du taux. D'abord, les loyers contractuels sont inférieurs de 20 496 $ au niveau de marché, soit onze pour cent : plusieurs locataires sont en place depuis 2008 à 2018 et leurs loyers n'ont suivi que les hausses permises. Le revenu capitalisé est celui des baux en vigueur, conformément au principe que l'acheteur acquiert le droit du locateur grevé des baux (chapitre 2) ; l'écart constitue un potentiel que le marché valorise, mais pas en capitalisant un revenu que personne ne touche encore. Ensuite, le taux d'inoccupation et de pertes de 3,9 % dépasse l'inoccupation de 2,9 % mesurée par la SCHL dans la RMR en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a) ; il incorpore les mauvaises créances et l'anticipation d'un assouplissement du marché locatif, la SCHL prévoyant 3,8 % pour 2026 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026e). Enfin, le ratio de dépenses de 46,6 % est élevé pour un immeuble de cette taille ; il s'explique par la conciergerie, par des assurances lourdes et par la réserve, et il devra être cohérent avec celui des comparables.

Tableau 29.3. Cas 3 : du revenu brut potentiel au revenu net d'exploitation normalisé de la première année (dollars courants, exercice du 1er septembre 2026 au 31 août 2027).

Poste	Montant ($)	Base de normalisation
Revenu brut potentiel, loyers contractuels (RBP)	165 540,00	douze baux en vigueur, ×12
pour mémoire : RBP aux loyers de marché	*186 036,00*	loyers SCHL zone Rosemont, oct. 2025
Inoccupation et mauvaises créances (3,9 % du RBP)	−6 456,06	hypothèse du dossier ; RMR : 2,9 % en oct. 2025
Autres revenus (stationnement, buanderie)	9 360,00	six places et services
Revenu brut effectif (RBE)	**168 443,94**	
Taxes municipales (0,463 1 $/100 $ du rôle)	−10 188,20	rôle 2 200 000 $
Taxe scolaire (0,078 99 $/100 $)	−1 737,78	rôle 2 200 000 $
Assurances	−11 391,80	2025 × 1,03
Électricité des aires communes	−4 387,80	2025 × 1,03
Chauffage des aires communes (gaz)	−2 978,76	2025 × 1,03
Entretien et réparations	−11 745,09	2025 × 1,03
Conciergerie	−10 139,32	2025 × 1,03
Déneigement et aménagement paysager	−6 886,58	2025 × 1,03
Frais juridiques et comptables	−2 833,53	2025 × 1,03
Publicité et location	−1 358,57	2025 × 1,03
Gestion imputée (4 % du RBE)	−6 737,76	convention de l'ouvrage
Sous-total des dépenses d'exploitation	*−70 385,19*	41,8 % du RBE
Réserve de remplacement (675 $ par logement)	−8 103,00	convention du dossier, non indexée
Dépenses totales	**−78 488,19**	46,6 % du RBE
Revenu net d'exploitation normalisé (RNE_1)	**89 955,75**	7 496 $ par logement

Source : [données synthétiques] `traite.cas3.rne` ; état locatif et dépenses 2023-2025 du dossier cas 3, graine 20261031 ; taux de taxes : Le Devoir 2026 ; Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026

29.7.2 Extraction du taux

Les quarante ventes de l'échantillon ont été analysées à la section 29.2 : médiane 4,415 %, quartiles 4,15 % et 4,64 %, prévision de la régression pour un immeuble de douze logements en état 3 de 4,57 %. Le tableau 29.4 isole les dix ventes les plus proches du sujet selon une distance pédagogique qui combine l'écart de taille, l'écart d'état, l'écart d'âge, le quartier et l'ancienneté de la vente. Leur médiane est de 4,52 % ; leurs taux s'étalent de 3,93 % (huit logements sur le Plateau) à 5,04 % (quatorze logements dans Hochelaga), ce qui rappelle que même des immeubles très semblables se vendent à des taux qui diffèrent de cent points de base.

Tableau 29.4. Les dix ventes les plus proches du sujet (taille, état, âge, quartier, date), avec le revenu net reconstitué après réserve, le prix épuré et le taux global extrait.

Vente	Date	Quartier	Log.	Année	RNE ($)	Prix ($)	Taux (%)	MRB
M040	2026-08-09	Villeray	12	1 954	111 423	2 518 000	4,43	11,87
M022	2025-08-22	Rosemont	11	1 952	87 455	1 834 000	4,77	11,01
M027	2025-11-28	Rosemont	17	1 960	157 397	3 426 000	4,59	11,89
M019	2025-06-14	Hochelaga	14	1 962	129 519	2 571 000	5,04	11,99
M035	2026-04-30	Plateau	13	1 947	98 988	2 354 000	4,21	13,43
M008	2024-12-19	Ahuntsic	12	1 967	99 594	2 270 000	4,39	12,07
M024	2025-09-05	Plateau	8	1 961	73 999	1 883 000	3,93	14,99
M002	2024-09-04	Villeray	13	1 961	114 637	2 293 000	5,00	11,51
M012	2025-02-28	Rosemont	16	1 971	138 957	2 933 000	4,74	11,54
M011	2025-01-29	Hochelaga	12	1 977	109 516	2 460 000	4,45	13,86
Médiane des dix ventes les plus proches							4,52	11,94
Médiane des quarante ventes							4,415	13,54

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch29_capitalisation.py`, fonction `comparables_proches` ; tous les immeubles sont en état 3 ; graine 20261031

29.7.3 Taux retenu et valeur indiquée

Trois indications de taux sont disponibles : la médiane de l'ensemble (4,415 %), la médiane des dix ventes les plus proches (4,52 %) et la prévision de la régression (4,57 %). Les deux dernières suggèrent qu'un immeuble de douze logements en état moyen se vend un peu plus cher, en taux, que l'immeuble médian de l'échantillon, qui compte dix-huit logements. Deux considérations jouent en sens inverse. La première est l'écart entre loyers contractuels et loyers de marché : avec des loyers inférieurs de onze pour cent au marché et des baux qui échoient tous en juin 2027, le sujet offre à l'acheteur un potentiel de rattrapage que la plupart des comparables, dont les loyers moyens sont proches du marché, n'offrent pas ; les acheteurs paient ce potentiel en acceptant un taux plus bas sur le revenu en place. La seconde est la faiblesse du pouvoir explicatif de la régression (R^2 de 0,16, erreur-type de la constante d'environ six points de base) et la dispersion des dix ventes proches, qui couvrent plus de cent points de base. La fourchette raisonnable est donc de 4,40 % à 4,55 %, et l'ouvrage retient comme estimation ponctuelle la médiane de marché de 4,415 %, qui est aussi le taux

utilisé par les chapitres 30 et 47 pour que les chiffres se répondent. Le lecteur qui préférerait 4,50 % obtiendrait 1 999 017 $; celui qui suivrait la régression, 1 969 694 $.

La valeur indiquée par capitalisation directe est

$$\hat{V} = \frac{RNE_1}{R} = \frac{89\,955{,}75\,\$}{0{,}044\,15} = 2\,037\,502{,}89\,\$ \approx 2\,040\,000\,\$, \tag{29.16}$$

soit 169 792 $ par logement et un multiplicateur du revenu brut contractuel de 12,31. La fourchette interquartile des taux (4,15 % à 4,64 %) correspond à des valeurs de 1 939 747 $ à 2 166 303 $. La valeur indiquée est inférieure de sept pour cent à la valeur au rôle 2026-2028 (2 200 000 $) : le rôle reflète le marché au 1er juillet 2024, après une hausse moyenne de 10,9 % pour les immeubles de six logements et plus (Ville de Montréal 2025b), et un rapport de 0,93 entre la valeur estimée et la valeur au rôle n'a rien d'anormal pour un immeuble dont les loyers sont en retard sur le marché. Le chapitre 30 montre que les flux actualisés, qui modélisent explicitement le rattrapage des loyers et les dépenses en capital, indiquent 2 208 566 $; l'écart de huit pour cent entre les deux techniques est précisément la valeur que le marché attribue au potentiel locatif et que la capitalisation d'un revenu en place ne saisit qu'imparfaitement par le taux. La réconciliation finale est l'objet du chapitre 47.

29.7.4 Vérification par la bande d'investissement et par la couverture de la dette

Le financement type du dossier est un prêt assuré à 4,12 % (taux des fonds avancés, prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus, août 2026, Banque du Canada 2026b) amorti sur quarante ans, ce que permet l'assurance APH Select de la SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a), pour un ratio prêt-valeur de 75 % et une couverture minimale de 1,20. La constante hypothécaire est $f = 5{,}079\,\%$ (équation (29.7), composition semestrielle, 480 versements). La bande d'investissement (29.6) donne $Mf = 0{,}75 \times 0{,}050\,79 = 3{,}81\,\%$ pour la dette ; pour que le taux global soit celui du marché, les fonds propres doivent se contenter d'un rendement courant de 2,42 %. La formule de couverture (29.8) donne $R = 1{,}20 \times 0{,}75 \times 0{,}050\,79 = 4{,}571\,\%$ et une valeur « du prêteur » de 1 967 946 $. Ces deux vérifications ne contredisent pas la valeur retenue ; elles la qualifient. Elles disent qu'au prix de 2 037 503 $, l'acheteur qui finance à 75 % ne couvrira pas son service de dette avec la marge exigée (le prêt sera plafonné par la couverture à environ 67 % de la valeur, chapitre 31) et qu'il n'encaissera, la première année, qu'un rendement courant modeste. La valeur marchande n'en est pas moins celle que le marché paie ; la valeur d'investissement d'un acheteur particulier, qui exigerait par exemple un rendement courant de six pour cent, serait inférieure (1 694 335 $ selon la bande d'investissement). Distinguer les deux est l'un des devoirs de l'évaluateur.

29.8 Analyse de sensibilité

La capitalisation directe est une fonction de deux variables, et sa sensibilité se dérive en une ligne. De $V = RNE_1/R$,

$$\frac{\partial V}{\partial R} = -\frac{RNE_1}{R^2} = -\frac{V}{R}, \qquad \frac{\partial V}{\partial RNE_1} = \frac{1}{R} = \frac{V}{RNE_1}, \tag{29.17}$$

d'où les élasticités $\varepsilon_R = (\partial V/\partial R)(R/V) = -1$ et $\varepsilon_{RNE} = +1$. Une erreur relative de un pour cent sur le taux ou sur le revenu produit une erreur de un pour cent sur la valeur, en sens

opposé pour le taux. L'asymétrie pratique tient à ce qu'un point de base pèse d'autant plus que le taux est bas : pour le cas 3, $\partial V/\partial R = -2\,037\,503\,\$/0{,}044\,15 \approx -46\,150\,000\,\$$ par unité de taux, soit $-115\,374\,\$$ par quart de point. La variation exacte est légèrement moindre pour une hausse du taux et légèrement plus forte pour une baisse, parce que la fonction est convexe : à 4,665 % la valeur tombe à 1 928 312 $ (−5,36 %, contre −5,66 % en approximation linéaire), à 4,165 % elle monte à 2 159 802 $ (+6,0 %). Le tableau 29.5 croise sept niveaux de taux avec trois niveaux de revenu net ; la section 29.8 étend la grille.

Tableau 29.5. Sensibilité de la valeur indiquée au taux global (par pas de 25 points de base) et au revenu net normalisé (± 5 %) ; cas 3, valeurs en dollars.

R (%)	$RNE_1 - 5\,\%$ (85 458 $)	RNE_1 (89 956 $)	$RNE_1 + 5\,\%$ (94 453 $)	Écart (%)
3,75	2 278 879	2 398 820	2 518 761	17,7
4,00	2 136 449	2 248 894	2 361 339	10,4
4,25	2 010 776	2 116 606	2 222 436	3,9
4,50	1 899 066	1 999 017	2 098 968	−1,9
4,75	1 799 115	1 893 805	1 988 496	−7,1
5,00	1 709 159	1 799 115	1 889 071	−11,7
5,25	1 627 771	1 713 443	1 799 115	−15,9

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch29_capitalisation.py` ; cas de base $R = 4{,}415\,\%$, $V = 2\,037\,503\,\$$; l'écart est celui de la colonne centrale par rapport au cas de base

La lecture du tableau a une conséquence pratique. Sur un échantillon dont l'écart interquartile des taux est de près de cinquante points de base, prétendre à une valeur au millier de dollars près est illusoire ; la précision honnête d'une capitalisation directe bien conduite est de l'ordre de plus ou moins cinq pour cent, et c'est ce que la conclusion de valeur doit refléter, soit par un arrondi (2 040 000 $), soit par une fourchette explicite, soit par l'intervalle que fournissent les méthodes du chapitre 20. La compensation entre le revenu et le taux, visible sur la carte, est aussi un avertissement : un revenu surestimé de cinq pour cent et un taux sous-estimé de vingt-cinq points de base s'additionnent pour gonfler la valeur de plus de onze pour cent, tandis que les mêmes erreurs en sens contraire se compensent et passent inaperçues. D'où l'importance de valider séparément le revenu (chapitres 27 et 28) et le taux (ce chapitre).

Erreurs fréquentes

- **Appliquer un taux extrait avant réserve à un revenu net après réserve.** Les fiches de vente ignorent la réserve ; les taux qui en sortent sont trop élevés d'environ RR/V. Appliqués au revenu normalisé du sujet, ils sous-évaluent de huit pour cent dans le cas 3. L'inverse (taux après réserve sur revenu avant réserve) surévalue d'autant.
- **Capitaliser les loyers de marché alors que les baux sont en place.** Le revenu net aux loyers de marché du cas 3 serait de 108 865 $ et la valeur de 2 465 788 $, soit 21 % de trop : l'acheteur n'encaissera ces loyers que progressivement, au fil des départs et dans les limites de l'encadrement des loyers (chapitre 34). Le potentiel se traite par le taux, par les flux actualisés ou par un ajustement explicite, jamais en substituant

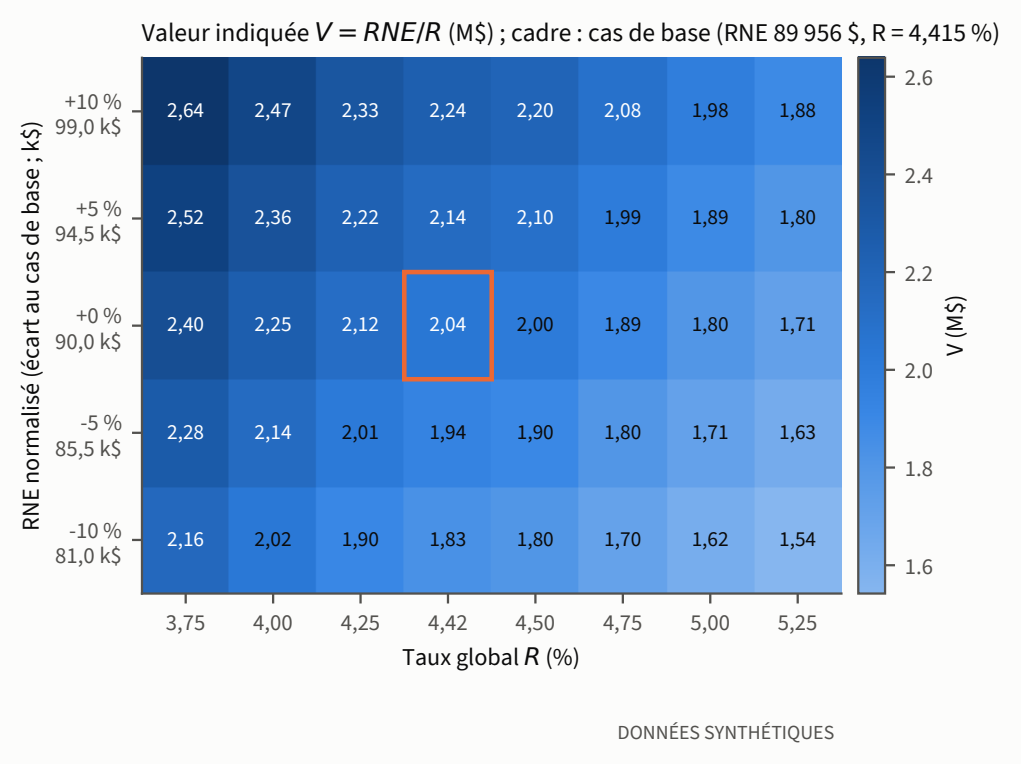


FIGURE 29.5. Carte de la valeur indiquée $V = RNE_1/R$ pour un revenu net variant de -10 à $+10$ % et un taux de 3,75 % à 5,25 %. Les iso-valeurs sont des hyperboles : la même valeur de 1 799 115 $ s'obtient avec le revenu de base à 5,00 %, avec un revenu réduit de cinq pour cent à 4,75 % ou avec un revenu accru de cinq pour cent à 5,25 %, ce qui illustre la compensation entre erreurs de revenu et erreurs de taux.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch29_figures.py`, graine 20261031

le revenu.
- **Capitaliser le revenu de l'exercice écoulé.** Le taux est un rapport entre le revenu *prospectif* et le prix ; un revenu historique non indexé, avec des taxes de l'ancien rôle, n'est pas cohérent avec des taux extraits de revenus prospectifs.
- **Omettre la gestion lorsque le propriétaire gère lui-même**, alors qu'elle a été imputée aux comparables : surévaluation de sept et demi pour cent dans le cas 3.
- **Déduire les droits de mutation ou les frais d'acquisition du revenu net.** Ce sont des coûts ponctuels de l'acquéreur, non des dépenses d'exploitation récurrentes.
- **Retenir la moyenne pondérée par le revenu pour un sujet plus petit que l'échantillon**, ou la moyenne simple en présence d'une vente aberrante ; la médiane, éventuellement corrigée par régression, est le résumé par défaut.
- **Confondre taux global et taux de rendement.** Le taux global n'est pas un rendement ; il est inférieur au rendement exigé d'un montant égal à la croissance anticipée ($R = r - g$). Un taux de 4,4 % dans un marché où la dette coûte 4,1 % à 4,6 % n'est pas une absurdité, c'est une anticipation.
- **Présenter une valeur au dollar près.** La sensibilité de cinq pour cent par quart de point interdit une telle précision ; arrondir et encadrer.

Limites et mises en garde

La capitalisation directe suppose un revenu stabilisé et représentatif ; elle est mal adaptée aux immeubles en location initiale, en rénovation lourde, en conversion ou dont les loyers s'écartent fortement du marché, pour lesquels les flux actualisés (chapitre 30) sont préférables. Le taux extrait reflète les conditions de financement et les anticipations de la période des ventes ; dans un marché où les taux d'intérêt bougent vite, un échantillon de vingt-quatre mois peut mélanger deux régimes, et l'évaluateur doit tester la tendance temporelle des taux extraits. Les fourchettes publiées par les courtiers sont des opinions d'industrie sur des immeubles souvent plus grands que les plex de quartier ; elles n'existent pas pour la plupart des marchés québécois hors Montréal et Québec. Le barème de dépenses de la SCHL pour le Québec date de 2015 ; aucune enquête publique récente ne fixe la réserve de remplacement ni le ratio de dépenses typique, de sorte que ces paramètres relèvent de conventions déclarées. Le taux propre aux immeubles de six logements et plus et la taxe d'arrondissement de Montréal n'ont pu être vérifiés dans un document officiel lisible au 31 octobre 2026 ; les taxes du cas 3 sont calculées avec la seule taxe foncière générale. La formulation d'Akerson est attribuée à un article de 1970 de *The Appraisal Journal* dont les références exactes n'ont pu être vérifiées ; elle est citée ici d'après Appraisal Institute (2026). Enfin, les données du cas 3 sont synthétiques : la concordance entre la médiane extraite et la fourchette de CBRE résulte de la calibration et ne vaut pas validation empirique.

À retenir

- $V = RNE_1/R$ découle de la somme actualisée d'un revenu perpétuel ; R n'est pas un rendement mais un rapport revenu/prix qui résume rendement exigé, croissance

anticipée et risque.
- Le revenu capitalisé est le revenu net *prospectif* de la première année, défini exactement comme celui qui a servi à extraire le taux (vacance, gestion imputée, réserve, taxes sur le rôle).
- Extraire : ventes épurées du même segment, revenu reconstitué par l'évaluateur, médiane par défaut, régression sur l'état et la taille pour corriger ; cas 3 : médiane 4,415 % sur quarante ventes, régression 4,57 %.
- Construire pour vérifier : bande d'investissement $R = Mf + (1 - M)R_E$; couverture de la dette $R = RCD \cdot M \cdot f$; Gordon $R = r - g$; Ellwood/Akerson $R = Mf + (1 - M)Y_E - MP\,SFF - \Delta\,SFF$, formulations équivalentes.
- Cas 3 : $RNE_1 = 89\,956\,\$$, $R = 4{,}415\,\%$, $\hat{V} = 2\,037\,503\,\$ \approx 2\,040\,000\,\$$; levier négatif en rendement courant ($f = 5{,}08\,\% > R$) ; valeur du prêteur 1 967 946 $.
- $\partial V/\partial R = -V/R$: élasticité unitaire ; vingt-cinq points de base déplacent la valeur de cinq à six pour cent. Arrondir, encadrer, valider revenu et taux séparément.
- Au Québec, les taxes se normalisent sur la valeur au rôle en vigueur (art. 46 LFM) ; les droits de mutation sont un coût d'acquisition, jamais une dépense d'exploitation.

Exercices

Exercice 29.1 — Capitalisation et variation du taux ★

Un immeuble de huit logements produit un revenu net d'exploitation normalisé de 61 200 $ (après réserve). Le taux global retenu est de 4,75 %. Calculer la valeur indiquée, puis la valeur si le taux est de 5,00 %. Exprimer la variation en pourcentage et la comparer à l'approximation linéaire $-\Delta R/R$ tirée de l'équation (29.17). Pourquoi l'approximation surestime-t-elle la baisse ?

Exercice 29.2 — Extraction sur cinq ventes ★

À partir du fichier `cas3_montreal_comparables.csv`, calculer le taux global des ventes M008, M011, M022, M034 et M040 (revenu net après réserve rapporté au prix). Donner la médiane, la moyenne simple et la moyenne pondérée par le revenu net. Laquelle retenir pour le sujet du cas 3 et pourquoi ? Quelle valeur indique la médiane de ces cinq ventes appliquée au revenu net de 89 955,75 $?

Exercice 29.3 — Le piège de la réserve ★★

Un comparable de dix-huit logements s'est vendu 3 400 000 $; son revenu net reconstitué après une réserve de 675 $ par logement est de 150 000 $. Calculer le taux global après réserve et le taux avant réserve. Un collègue applique le taux avant réserve au revenu net après réserve du cas 3 (89 955,75 $). Quelle valeur obtient-il, quelle est

l'erreur relative par rapport à l'application cohérente, et quelle valeur aurait-il obtenue en appliquant le taux avant réserve au revenu avant réserve du sujet ?

Exercice 29.4 — Bande d'investissement et couverture de la dette ★★

Un prêteur offre un prêt assuré à 4,12 % (composé semestriellement) amorti sur quarante ans pour 75 % de la valeur. Calculer la constante hypothécaire. (a) Si l'investisseur exige un rendement courant de six pour cent sur ses fonds propres, quel taux global produit la bande d'investissement, et quelle valeur en découle pour le cas 3 ? (b) Si le prêteur exige une couverture de 1,25, quel est le taux « du prêteur » et la valeur correspondante ? (c) Quel rendement courant des fonds propres est compatible avec la médiane de marché de 4,415 % ? Interpréter le signe du levier.

Exercice 29.5 — Gordon et la croissance implicite ★★

Avec un taux d'actualisation de 7,25 %, calculer le taux global de Gordon pour une croissance perpétuelle du revenu net de 2,25 %, de 3,10 % et de 4,00 %, ainsi que les valeurs correspondantes du cas 3. Quelle croissance implicite le marché anticipe-t-il si le taux observé est de 4,415 % ? Expliquer pourquoi la croissance à retenir dans Gordon doit être nette de dépréciation et pourquoi le rattrapage des loyers du cas 3 ne peut pas servir de g.

Exercice 29.6 — Ellwood, Akerson et le cas sans dette ★★★

Reprendre les paramètres du cas 3 : $Y_E = 7{,}25\,\%$, $M = 0{,}75$, prêt à 4,12 % sur quarante ans, horizon de dix ans, et supposer une appréciation Δ de 25 % sur l'horizon. (a) Calculer la part P du capital remboursée en dix ans et le facteur de fonds d'amortissement. (b) Calculer le taux global par la formule d'Ellwood (29.14) et par celle d'Akerson (29.13) ; vérifier l'égalité. (c) Calculer le taux sans dette et le comparer au taux de Gordon obtenu avec la croissance annuelle équivalente $g = (1+\Delta)^{1/10} - 1$; expliquer l'écart. (d) Commenter la valeur obtenue pour le cas 3 au regard de la médiane de marché.

Exercice 29.7 — Loyers de marché, baux en place et multiplicateur brut ★★★

Pour le cas 3, calculer le revenu net qu'on obtiendrait en remplaçant les loyers contractuels par les loyers de marché (même taux de vacance, même gestion de 4 % du revenu brut effectif, mêmes autres dépenses et réserve), puis la valeur à 4,415 %. Quelle est la surévaluation par rapport à la valeur fondée sur les baux en place ? Calculer ensuite la valeur indiquée par le MRB médian des quarante ventes (13,54) appliqué au revenu brut contractuel, puis au revenu brut de marché. Expliquer, à l'aide de l'équation (29.15) et des ratios de dépenses, pourquoi le multiplicateur brut surévalue le sujet même sur

les loyers contractuels.

Exercice 29.8 — Régression, fourchette et erreurs combinées ★★★

À partir des coefficients du tableau 29.1, calculer le taux prévu pour un immeuble de vingt-quatre logements en état 2 et pour un immeuble de six logements en état 4. Pour le sujet du cas 3, calculer la valeur dans le scénario le plus défavorable (revenu net inférieur de cinq pour cent et taux supérieur de vingt-cinq points de base à la médiane) et dans le scénario le plus favorable (revenu supérieur de cinq pour cent, taux inférieur de vingt-cinq points de base). Comparer les variations exactes à l'approximation $\pm(0{,}05 + 0{,}0025/R)$ et discuter la présentation d'une fourchette dans le rapport.

Pour aller plus loin

Appraisal Institute (2026) consacrent plusieurs chapitres à la capitalisation directe, à l'extraction des taux et à la méthode hypothèque–fonds propres, et constituent la référence professionnelle nord-américaine ; l'édition canadienne de UBC Real Estate Division (2010) transpose la matière au contexte canadien, y compris la composition semestrielle des hypothèques. Fisher et Martin (2007) offrent l'exposé pédagogique le plus clair sur les liens entre bande d'investissement, couverture de la dette et Ellwood, avec de nombreux exemples numériques. Geltner et al. (2014) situent le taux de capitalisation dans la théorie financière : $R = r - g$, lien avec le coût moyen pondéré du capital et avec les flux actualisés ; c'est l'ouvrage à lire pour comprendre pourquoi un taux de capitalisation inférieur au coût de la dette n'a rien d'irrationnel. Baum et al. (2021) présentent la tradition britannique de l'*all-risks yield* et sa critique par les méthodes explicites, utile pour relativiser les habitudes nord-américaines. Ellwood (1970) reste la source première des tables et de la formule qui portent son nom. Du côté de la recherche, Sivitanidou et Sivitanides (1999), Chervachidze et Wheaton (2013) et Plazzi et al. (2010) forment un trio indispensable sur les déterminants des taux, leur cycle et leur contenu prédictif ; Bokhari et Geltner (2018) documentent la dépréciation du multirésidentiel et justifient que la croissance de Gordon soit nette d'usure. Enfin, le rapport trimestriel de CBRE Canada (2026) et les séries de la Banque du Canada (2026c) sont les deux sources publiques à consulter avant toute conclusion sur un taux au Québec.

CHAPITRE 30

30

Flux actualisés et valeur terminale

La capitalisation directe du chapitre 29 condense toute l'information sur l'avenir d'un immeuble dans un seul nombre, le taux global, appliqué à un seul revenu, celui de la première année. Cette économie de moyens est sa force lorsque le revenu est stabilisé et que le marché fournit des taux extraits de ventes comparables ; elle devient une faiblesse dès que le revenu de l'immeuble doit changer de régime : loyers contractuels nettement sous le marché, travaux majeurs programmés, bail commercial en fin de course, rotation prévisible des locataires. La méthode des flux de trésorerie actualisés (*discounted cash flow*, DCF) répond à cette difficulté en déroulant explicitement les revenus et les dépenses sur un horizon de plusieurs années, puis en capitalisant le revenu qui subsiste au-delà dans une valeur terminale. Le présent chapitre établit les fondements de cette méthode, ses conventions, ses pièges et sa cohérence avec la capitalisation directe, et la met en œuvre intégralement sur l'immeuble de douze logements du cas 3. Les chapitres 31, 34, 40 et 47 réutiliseront les mêmes fonctions et les mêmes chiffres.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- dériver la relation $r = R + g$ entre taux d'actualisation, taux de capitalisation et croissance, et en énoncer les hypothèses ;
- construire une projection annuelle cohérente des revenus, des dépenses, des réserves et des dépenses en capital sur un horizon déclaré, en distinguant loyers contractuels et loyers de marché ;
- calculer une valeur terminale par capitalisation du revenu de l'année $T+1$, la corriger des coûts de vente et l'actualiser à la bonne date ;
- distinguer les flux avant et après financement, avant et après impôt, et calculer le taux de rendement interne des fonds propres avec levier ;
- interpréter le TRI, la VAN et le TRI modifié, reconnaître les flux non conventionnels et démontrer dans quelles conditions le DCF et la capitalisation directe coïncident ;
- conduire une analyse de sensibilité et des scénarios sur les intrants d'un DCF et en rendre compte dans un rapport.

30.1 Du taux de capitalisation au taux d'actualisation

30.1.1 Deux taux pour deux questions

Le **taux de capitalisation** R répond à la question « combien le marché paie-t-il aujourd'hui pour un dollar de revenu net de l'année qui vient ? ». Le **taux d'actualisation** r répond à une autre question : « quel rendement annuel total un investisseur exige-t-il pour immobiliser son capital dans cet immeuble, compte tenu de son risque ? ». Le premier est un rapport entre un revenu et un prix ; le second est un rendement attendu, qui additionne le revenu courant et la variation de valeur. Les deux sont liés, mais ils ne sont égaux que dans un monde sans croissance ni dépréciation. La littérature anglo-saxonne nomme le second *yield*, *total return* ou *IRR requis* ; Baum et al. (2021) parlent de *target rate* et Geltner et al. (2014) de *going-in IRR* ; nous nous en tiendrons à « taux d'actualisation », en précisant toujours s'il s'applique à des flux avant ou après financement.

Définition 30.1 : Taux d'actualisation

Le taux d'actualisation r d'un immeuble est le taux annuel effectif tel que la valeur présente des flux de trésorerie futurs attendus de la pleine propriété non grevée, flux avant service de la dette et avant impôt, actualisés à ce taux, égale la valeur marchande de l'immeuble. Il est l'espérance du rendement total exigé par les participants du marché pour cette classe de risque.

30.1.2 La relation de Gordon et Shapiro : $r = R + g$

Considérons un immeuble dont le revenu net d'exploitation de première année est RNE_1 et croît ensuite à un taux constant g chaque année, de sorte que $RNE_t = RNE_1(1+g)^{t-1}$, et supposons que l'immeuble soit détenu à perpétuité. Sa valeur est la somme actualisée de ces revenus :

$$V_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{RNE_1(1+g)^{t-1}}{(1+r)^t} = \frac{RNE_1}{1+r} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{1+g}{1+r}\right)^k . \tag{30.1}$$

La série géométrique converge si et seulement si $g < r$; elle vaut alors $(1+r)/(r-g)$, d'où

$$V_0 = \frac{RNE_1}{r-g}, \qquad \text{donc} \qquad R \equiv \frac{RNE_1}{V_0} = r - g \quad \Longleftrightarrow \quad r = R + g. \tag{30.2}$$

C'est le modèle de croissance constante de Gordon et Shapiro (1956), formulé à l'origine pour l'évaluation d'équipements et d'actions, et devenu la clef de voûte de toute la théorie des taux immobiliers. Il énonce que le taux de capitalisation est le rendement exigé *diminué* de la croissance attendue du revenu : à rendement exigé constant, un marché qui anticipe une forte croissance des loyers accepte un taux de capitalisation bas, et réciproquement.

Trois hypothèses implicites méritent d'être rendues explicites, car ce sont elles qui, en pratique, séparent r de $R+g$. La première est la *constance* de g : si le revenu doit d'abord rattraper le marché puis croître plus lentement, aucun g unique ne décrit la trajectoire et la relation ne vaut qu'en moyenne. La deuxième est l'identité entre la croissance du revenu et celle de la valeur : dans (30.2), la valeur $V_t = RNE_{t+1}/(r-g)$ croît elle aussi au taux g, ce qui suppose un taux de capitalisation constant dans le temps. Or un immeuble vieillit : à loyers de

marché donnés, sa valeur croît moins vite que les loyers parce que sa dépréciation physique et fonctionnelle s'accumule (Bokhari et Geltner 2018 ; Harding et al. 2007). Il faut donc lire g comme la croissance attendue de la *valeur* de l'immeuble (nette de dépréciation) plutôt que comme celle des loyers du marché. La troisième hypothèse est la détention perpétuelle, sans coûts de transaction : la section 30.5.3 montre que la relation survit à un horizon fini pourvu que la valeur terminale soit calculée de façon cohérente, mais qu'elle est rompue par les coûts de vente.

30.1.3 Lecture des taux extraits du marché

La relation (30.2) se lit dans les deux sens. Si l'on dispose de taux de capitalisation extraits de ventes et d'une opinion sur le rendement exigé, on en déduit la croissance que le marché anticipe ; si l'on dispose de taux extraits et d'une opinion sur la croissance, on en déduit le rendement exigé. Dans le cas 3, les quarante ventes d'immeubles de 6 à 30 logements de la région de Montréal (chapitre 29) donnent un taux global médian de 4,415 %, que nous arrondirons à 4,42 % dans le texte. Avec le taux d'actualisation de 7,25 % retenu pour le dossier, la croissance implicite de long terme est $g = r - R = 2{,}83\,\%$ par an. Ce chiffre est inférieur à l'indexation de 3,1 % des loyers reconduits en 2026 et à la croissance de 3,5 % retenue pour les loyers de marché, ce qui est précisément l'écart attendu entre la croissance des loyers et celle de la valeur d'un immeuble qui vieillit. Inversement, si l'on tenait pour acquis que la valeur des immeubles multirésidentiels montréalais croît à long terme comme les loyers de marché, soit 3,5 %, le rendement exigé implicite serait de $4{,}42\,\% + 3{,}5\,\% = 7{,}92\,\%$. Ces lectures croisées sont la première vérification de cohérence qu'un évaluateur doit faire avant d'écrire un taux d'actualisation dans un rapport.

Les études empiriques confirment que les taux de capitalisation reflètent simultanément l'état du marché des capitaux et les anticipations de croissance locale. Sivitanidou et Sivitanides (1999) montrent que les taux de capitalisation des immeubles de bureaux répondent aux taux d'intérêt mais aussi aux conditions du marché locatif local ; Chervachidze et Wheaton (2013) attribuent la compression des taux de 2000 à 2007 et leur remontée brutale de 2008-2009 à la prime de risque et à la disponibilité du crédit davantage qu'aux fondamentaux locatifs ; Duca et Ling (2020) documentent le rôle de l'arbitrage réglementaire sur le capital des prêteurs. Plazzi et al. (2010) établissent que le taux de capitalisation prédit à la fois les rendements futurs et la croissance future des loyers, exactement comme le ratio dividende-prix le fait pour les actions : la relation (30.2) est donc aussi une relation empiriquement testable.

30.1.4 Structure du taux d'actualisation : taux sans risque et primes

Le taux d'actualisation nominal peut être décomposé, à des fins d'explication et non de calcul, en un taux sans risque et une somme de primes :

$$r = r_f + \pi_{\text{illiq}} + \pi_{\text{loc}} + \pi_{\text{gest}} + \pi_{\text{régl}} + \cdots, \tag{30.3}$$

où r_f est le rendement d'un titre d'État de maturité comparable à l'horizon de détention, π_{illiq} rémunère l'illiquidité et les coûts de transaction élevés de l'immobilier, π_{loc} le risque locatif (inoccupation, défaut, rotation), π_{gest} la charge de gestion active et $\pi_{\text{régl}}$ le risque réglementaire propre au logement locatif, qui au Québec comprend l'encadrement de la fixation des loyers et des reprises (chapitre 34). Cette méthode dite de construction (*build-up*)

est utile pour raisonner et pour expliquer une opinion ; elle ne permet pas, à elle seule, de la fonder, car les primes ne s'observent pas séparément sur le marché. Le point d'ancrage, lui, est observable : au 29 octobre 2026, le rendement de l'obligation de référence du gouvernement du Canada à 10 ans était de 3,84 % et celui de l'obligation à 5 ans de 3,58 % (Banque du Canada 2026c), le lendemain d'une hausse du taux directeur à 2,50 % (Banque du Canada 2026a). Un taux d'actualisation de 7,25 % correspond donc à une prime totale de 341 pb au-dessus de l'obligation à 10 ans ; CBRE signalait pour sa part, au troisième trimestre de 2026, un écart de 256 pb entre le taux de capitalisation moyen toutes catégories au Canada et l'obligation à 10 ans (CBRE Canada 2026), écart qui porte sur R et non sur r et qu'il faut majorer de la croissance anticipée pour le comparer à la prime du taux d'actualisation. La figure 30.1 rappelle que ce point d'ancrage a varié de moins de 1 % à plus de 4 % au cours des vingt dernières années : un taux d'actualisation n'est jamais une constante de la nature, et tout rapport doit dater le sien.

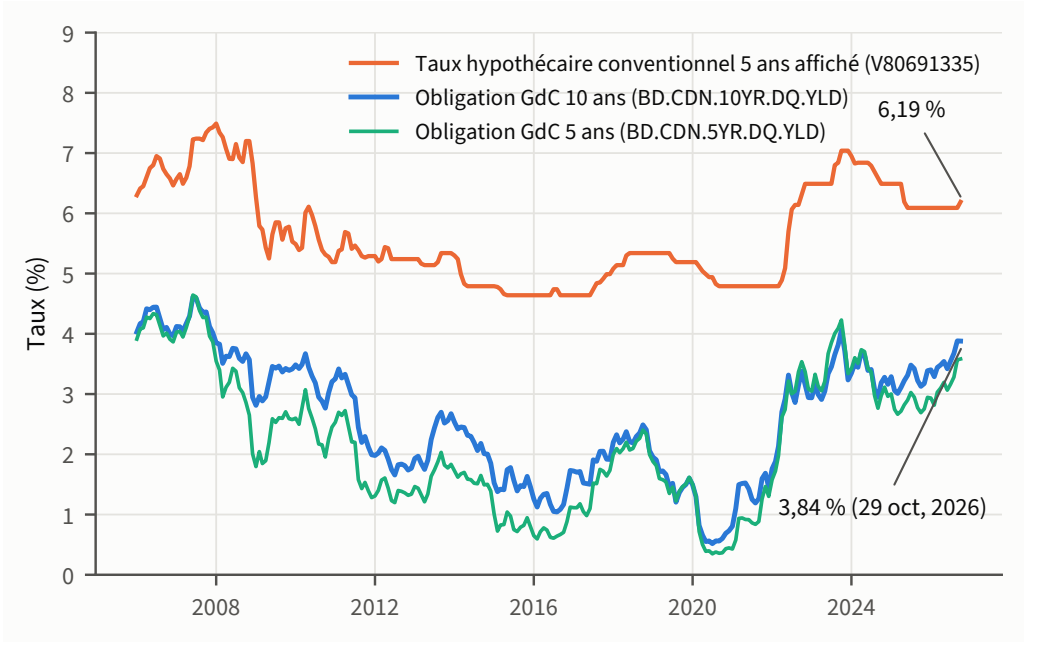


Figure 30.1. Rendements mensuels moyens des obligations de référence du gouvernement du Canada à 5 et 10 ans et taux hypothécaire conventionnel 5 ans affiché par les banques à charte, janvier 2006 à octobre 2026. Le taux sans risque qui ancre tout taux d'actualisation a connu trois régimes en vingt ans ; au 29 octobre 2026, l'obligation à 10 ans rendait 3,84 %, alors que le taux hypothécaire affiché restait à 6,19 %.
Source : Banque du Canada, API Valet, séries BD.CDN.5YR.DQ.YLD, BD.CDN.10YR.DQ.YLD et V80691335, téléchargées le 2026-10-31 (Banque du Canada 2026c) ; script `analysis/python/figures/ch30_gdc.py`.

Comment, dès lors, fixer r ? Trois sources se complètent. La première est l'inversion des transactions : lorsqu'une vente comparable est accompagnée d'un état locatif et d'un budget crédibles, on peut projeter ses flux et résoudre le taux qui ramène leur valeur présente au prix payé, ce qui donne un *TRI implicite* ; c'est l'équivalent, pour le DCF, de l'extraction du taux global. La deuxième est l'enquête auprès des investisseurs et des prêteurs actifs sur le segment, pratiquée par les grandes firmes de courtage et de conseil ; aucune enquête publique ne publie de taux d'actualisation pour le multirésidentiel québécois à la date de

rédaction, et le lecteur ne trouvera donc ici aucun chiffre de cette nature. La troisième est la relation (30.2) elle-même, appliquée aux taux de capitalisation publiés : CBRE donne pour Montréal, au troisième trimestre de 2026, une fourchette de 4,25 % à 4,75 % pour les immeubles multirésidentiels de faible hauteur de classe B (CBRE Canada 2026), dont le milieu, 4,50 %, ajouté à une croissance de long terme de l'ordre de 2,5 % à 3 %, situe le rendement exigé entre 7 % et 7,5 %. Le taux de 7,25 % du cas 3 est une hypothèse de travail cohérente avec ces trois lectures, non une donnée observée, et il est identifié comme tel dans le dossier synthétique.

30.1.5 Taux nominal ou taux réel

Les flux projetés dans ce chapitre sont nominaux, c'est-à-dire exprimés en dollars courants de chaque année, avec une croissance des loyers et des dépenses qui incorpore l'inflation ; le taux d'actualisation doit alors être nominal lui aussi. La relation de Fisher relie les deux conventions :

$$(1 + r) = (1 + r_{\text{réel}})(1 + \pi) \qquad \Longrightarrow \qquad r \approx r_{\text{réel}} + \pi, \tag{30.4}$$

où π est l'inflation anticipée. L'indice des prix à la consommation du Québec progressait de 3,1 % sur douze mois en septembre 2026 (Statistique Canada 2026b) ; un taux nominal de 7,25 % correspond ainsi à un taux réel d'environ 4,0 %. L'erreur classique, actualiser des flux nominaux à un taux réel ou des flux constants à un taux nominal, est traitée dans l'encadré des erreurs fréquentes ; elle produit des écarts de valeur de l'ordre de la part de la valeur qui dépend de la croissance, c'est-à-dire des dizaines de points de pourcentage.

30.2 Horizon, projections et hypothèses

30.2.1 L'horizon de projection

L'horizon T est le nombre d'années pour lesquelles les flux sont projetés explicitement ; au-delà, la valeur terminale résume l'avenir. Il est d'usage de retenir dix ans pour les immeubles de placement, et c'est l'horizon du cas 3 ; mais ce choix n'a rien de sacré. La règle de fond est que l'horizon doit être assez long pour que le revenu ait atteint un **régime stabilisé** à la fin de la période, car la valeur terminale capitalise le revenu de l'année $T + 1$ comme s'il devait croître régulièrement ensuite. Si des loyers sont très sous le marché, l'horizon doit couvrir leur rattrapage ; si des travaux majeurs sont programmés, il doit les inclure plutôt que les renvoyer à l'acheteur terminal ; si un bail commercial ou une subvention expire, l'échéance doit tomber à l'intérieur de l'horizon. Un horizon trop court transfère tout le poids de l'évaluation à la valeur terminale et aux hypothèses qu'elle porte ; un horizon trop long multiplie des projections de plus en plus incertaines pour un gain d'information décroissant, puisque le facteur d'actualisation à 7,25 % tombe sous 0,50 dès la dixième année et sous 0,25 à la vingtième.

30.2.2 Loyers contractuels et loyers de marché

Le revenu brut potentiel d'un immeuble locatif québécois se projette à partir de deux trajectoires. La trajectoire *contractuelle* décrit ce que les baux en cours rapporteront tant qu'ils sont reconduits par les mêmes locataires : le loyer est alors ajusté annuellement selon les règles de fixation (chapitres 26 et 34), ce qui, pour un bail reconduit en 2026, correspond à un pourcentage de base de 3,1 % selon la méthode entrée en vigueur le 1er janvier 2026

(Tribunal administratif du logement 2026d ; Québec 2025b). La trajectoire de *marché* décrit le loyer qu'obtiendrait le logement s'il était reloué aujourd'hui à un nouveau locataire, et elle croît au rythme du marché locatif, que l'on calibre sur les enquêtes de la SCHL : dans la RMR de Montréal, le loyer moyen d'un logement de deux chambres a progressé de 7,2 % entre octobre 2024 et octobre 2025 pour un même échantillon de logements (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), rythme exceptionnel que l'on ne prolonge pas sur dix ans ; le cas 3 retient 3,5 % par an, soit l'inflation observée majorée d'une fraction de point.

Le passage de la première trajectoire à la seconde se fait par la **rotation** des locataires. Lorsqu'un locataire quitte le logement, le locateur conclut un nouveau bail dont le loyer n'est pas soumis au pourcentage de fixation ; il doit toutefois déclarer au nouveau locataire le loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédents (section G du bail, art. 1896 C.c.Q.), et celui-ci peut demander la fixation du loyer dans les dix jours (art. 1950 C.c.Q.) (Québec 1991). La relocation au loyer de marché n'est donc pas automatique en droit, mais elle est la pratique dominante, et c'est l'hypothèse de modélisation retenue, discutée dans l'encadré québécois ci-dessous. Le modèle du cas 3 suppose qu'une fraction $\rho = 15\,\%$ des logements se libère chaque année, que les logements les plus sous le marché se libèrent en premier et que chacun est reloué à son loyer de marché de l'année ; la SCHL mesurait un taux de rotation de 9,4 % dans la RMR de Montréal en 2025, contre 11,1 % en 2024 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), et l'hypothèse de 15 % pour un immeuble de petits logements (quatre 3½, six 4½, deux 5½) est volontairement un peu plus élevée que la moyenne régionale ; la section 30.7 mesure ce que vaut cette hypothèse.

Formellement, si $L_{i,t}$ est le loyer mensuel contractuel du logement i l'année t, $M_{i,t}$ son loyer de marché, g_c le taux d'indexation des baux reconduits et g_m la croissance des loyers de marché, la projection s'écrit

$$M_{i,t} = M_{i,1}(1+g_m)^{t-1}, \qquad L_{i,t} = \begin{cases} M_{i,t} & \text{si le logement } i \text{ est reloué l'année } t, \\ L_{i,t-1}(1+g_c) & \text{sinon,} \end{cases}$$

$$RBP_t = 12 \sum_{i=1}^{n} L_{i,t}. \tag{30.5}$$

Avec $g_c < g_m$, un logement qui n'est jamais reloué s'éloigne du marché ; la rotation est le seul mécanisme de rattrapage. La figure 30.2 montre le résultat pour le cas 3 : l'écart entre le revenu brut potentiel contractuel et le revenu au marché, de 20 496 $ soit 11,0 % en 2026, se résorbe presque entièrement en dix ans ; sans relocation, l'indexation seule laisserait un écart croissant.

Fixation des loyers, rotation et trajectoire contractuelle

Le droit québécois encadre la trajectoire contractuelle des loyers plus étroitement que celui des autres provinces, et le modélisateur doit en tenir compte. Le bail de logement est reconduit de plein droit (art. 1941 C.c.Q.) ; le locateur qui veut modifier le loyer donne un avis de trois à six mois avant l'échéance (art. 1942) et, si le locataire refuse, c'est le Tribunal administratif du logement qui fixe le loyer selon les critères réglementaires (art. 1947 et 1953 C.c.Q. ; (Québec 1991)). Depuis le 1er janvier 2026, le Règlement sur les critères de fixation de loyer, modifié par le décret 1455-2025 (Québec 2025b ; Québec 1985c), calcule un pourcentage de base unique égal à la moyenne des trois dernières

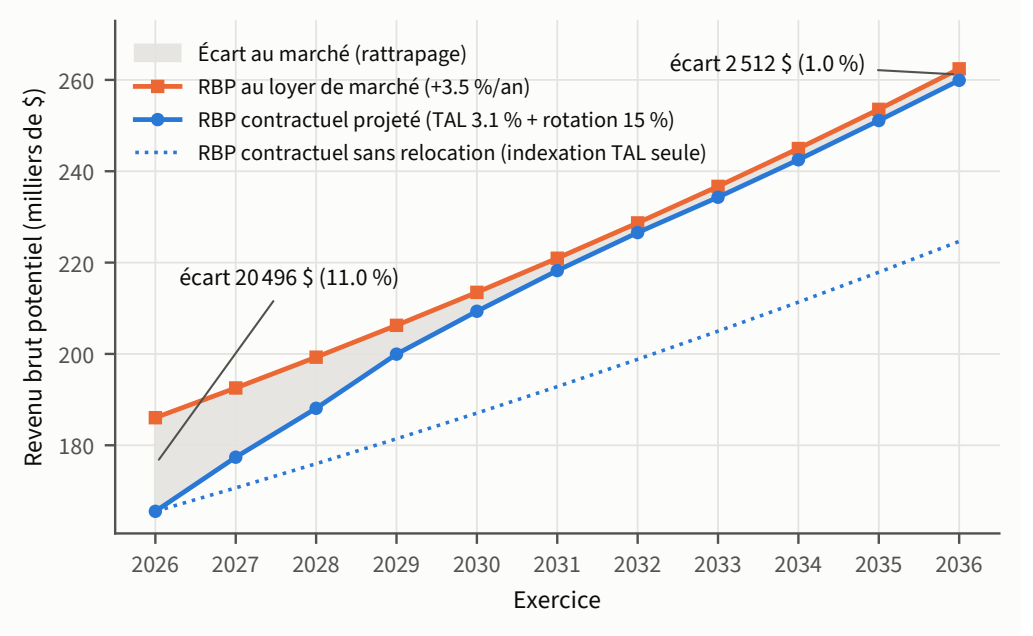


FIGURE 30.2. Trajectoire du revenu brut potentiel du cas 3 : loyers contractuels indexés à 3,1 % avec relocation de 15 % des logements par an au loyer de marché (trait plein bleu), revenu au loyer de marché croissant de 3,5 % par an (orange) et, pour comparaison, indexation seule sans relocation (pointillé). La zone grisée est l'écart au marché, qui passe de 11,0 % à 1,0 % en dix ans.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch30_loyers.py`, fonctions `traite.cas3.projection_dcf`, graine 20261031

variations annuelles de l'IPC du Québec (art. 3.1), auquel s'ajoutent la part attribuable au logement des variations de taxes et d'assurances et un rendement de 5 % sur les dépenses d'immobilisation (art. 3). Le pourcentage de base publié par le TAL est de 3,1 % pour 2026 (Tribunal administratif du logement 2026d) ; c'est la valeur de g_c du cas 3, que l'on suppose constante faute de connaître les IPC futurs, alors qu'elle suivra en réalité l'inflation moyenne des trois années précédentes avec retard.
Deux conséquences découlent pour la projection. Premièrement, la croissance des loyers contractuels est bornée par l'inflation passée, tandis que les dépenses suivent l'inflation courante : un immeuble sans rotation voit sa marge se comprimer dans les périodes de hausse des coûts. Deuxièmement, le rattrapage du marché dépend de la rotation, elle-même influencée par le droit : la cession de bail ne requiert plus le consentement du locateur pour un motif sérieux seulement, mais celui-ci peut désormais la refuser pour un autre motif, auquel cas le bail est résilié à la date prévue (art. 1978.1 à 1978.4 C.c.Q., introduits par la Loi 31 de 2024 ; (Québec 2024b)), ce qui facilite la relocation au marché ; en revanche le nouveau locataire peut faire fixer le loyer s'il apprend que le loyer précédent était inférieur (art. 1896 et 1950). Les immeubles neufs échappent à la fixation pendant cinq ans à condition que le bail indique le loyer maximal (art. 1955, modifié en 2024). L'hypothèse « relocation au loyer de marché » est donc une approximation favorable au locateur ; un évaluateur prudent la tempère, par exemple en ne relouant qu'à une fraction du marché ou en retardant la rotation, et il en déclare l'effet (chapitre 34).

30.2.3 Inoccupation, mauvaises créances et autres revenus

Le revenu brut effectif s'obtient en retranchant du revenu brut potentiel une provision combinée pour inoccupation et mauvaises créances, v, et en ajoutant les autres revenus (stationnement, buanderie, rangement) :

$$RBE_t = RBP_t\,(1 - v) + R_t^{\text{autres}}. \tag{30.6}$$

Le cas 3 retient $v = 3{,}9\,\%$. Ce taux est supérieur à l'inoccupation de 2,9 % mesurée par la SCHL dans la RMR de Montréal en octobre 2025 et à celle de 2,2 % des immeubles de 6 à 19 logements de l'île (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), pour deux raisons : la provision couvre aussi les pertes de loyers (défauts, délais entre deux locataires, frais de relocation) qu'un taux d'inoccupation physique ignore, et la SCHL anticipe une détente du marché montréalais, avec une inoccupation de 3,8 % en 2026, 4,5 % en 2027 et 4,8 % en 2028 dans sa mise à jour de l'été 2026 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026e). Dans un immeuble à forte rotation, la provision doit être cohérente avec l'hypothèse de rotation : relouer 15 % des logements par an suppose des périodes de vacance frictionnelle, et c'est aussi ce que v paie. La projection du cas 3 applique le même v à toutes les années ; un modèle plus fin le ferait varier avec le cycle (chapitre 27).

30.2.4 Dépenses, réserve de remplacement et dépenses en capital

Les dépenses d'exploitation normalisées de l'année 1 proviennent du chapitre 28 : dernière année observée indexée, taxes recalculées sur la valeur au rôle et les taux de 2026, gestion imputée à 4 % du revenu brut effectif, réserve de remplacement de 675 $ par logement

(montant historique du dossier, 8 103 $). Pour les années suivantes, les dépenses hors réserve croissent au taux $g_d = 3\,\%$, proche de l'inflation observée ; la réserve, qui est une convention de calcul et non une facture, est maintenue constante ; les autres revenus croissent comme les dépenses.

La question délicate est celle des **dépenses en capital** (CAPEX). La convention de l'ouvrage, énoncée à l'chapitre D, est d'inclure la réserve dans le revenu net d'exploitation servant à la capitalisation directe et de traiter explicitement, dans les flux actualisés, les dépenses en capital ponctuelles prévues : toiture, balcons, fenêtres, système de chauffage, cuisines et plomberie. La réserve couvre le renouvellement régulier des composantes à vie courte (électroménagers, revêtements, peinture) qu'un acheteur intègre dans son budget annuel ; les CAPEX couvrent les travaux lourds, discontinus, dont la date et le montant sont connus au moment de l'évaluation. Les deux ne doivent jamais couvrir les mêmes éléments : si la réserve est calibrée pour inclure la toiture, celle-ci ne doit pas réapparaître en CAPEX, et réciproquement. Le cas 3 programme 85 000 $ en 2027 (membrane de toiture), 40 000 $ en 2029 (balcons et escaliers d'acier) et 120 000 $ en 2032 (cuisines et salles de bain de six logements, plomberie d'alimentation et rejointoiement du parement), conformément au tableau d'inspection du chapitre 47 ; ces montants sont des hypothèses du dossier synthétique, et leur cohérence avec la réserve est assurée par construction, la réserve de 675 $ par logement ne visant que les composantes à vie courte. Le revenu net et le flux avant dette de chaque année s'écrivent alors

$$RNE_t = RBE_t - DE_t - RR_t, \qquad CF_t = RNE_t - CAPEX_t, \tag{30.7}$$

où DE_t sont les dépenses d'exploitation hors réserve et RR_t la réserve. Le revenu net reste ainsi une mesure de la rentabilité d'exploitation comparable d'une année à l'autre et d'un immeuble à l'autre, tandis que le flux subit les à-coups des travaux. On notera que, selon le règlement sur la fixation des loyers, une partie des dépenses d'immobilisation est récupérable par une hausse de loyer (rendement de 5 %) ; le cas 3 ignore cette récupération, ce qui est prudent, et le chapitre 34 en modélise l'effet.

30.2.5 Les hypothèses du cas 3 et leur provenance

Le tableau 30.1 rassemble les hypothèses du dossier. Elles sont lues par la fonction `traite.cas3.charger` depuis le fichier `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json` et partagées avec les chapitres 29, 31 et 47.

Données synthétiques

Le cas 3 est un immeuble *fictif* de douze logements construit en 1962 dans Rosemont–La Petite-Patrie, à Montréal (`data/synthetic/cas3_montreal_*.csv` et `.json`, générés par `analysis/python/traite/synth.py`, graine 20261031). L'état locatif, l'historique de dépenses, les quarante ventes comparables et les hypothèses de projection sont simulés ; leurs ordres de grandeur sont calibrés sur des publications publiques (loyers et inoccupation SCHL d'octobre 2025 pour la zone Rosemont, taux de capitalisation CBRE du troisième trimestre de 2026, taux hypothécaires de la Banque du Canada d'août 2026, taux de taxe de Montréal 2026, pourcentage TAL 2026 ; voir `data/synthetic/README.md` et `calibration.json`). Les relations entre variables,

notamment la décote des loyers avec l'ancienneté du bail et l'ordre de relocation, sont des hypothèses pédagogiques. Aucun chiffre de ce chapitre relatif au cas 3 ne décrit un immeuble réel.

30.3 La valeur terminale

30.3.1 Définition et conventions

À la fin de l'année T, l'immeuble est réputé vendu à un acheteur qui, à son tour, capitalise le revenu prospectif de sa première année de détention, c'est-à-dire le revenu de l'année $T+1$:

$$V_T = \frac{RNE_{T+1}}{R_T}, \qquad V_T^{\text{net}} = V_T\,(1 - c_v), \tag{30.8}$$

où R_T est le **taux de capitalisation terminal** (*terminal*, *exit* ou *going-out cap rate*) et c_v la proportion de coûts de vente. L'usage de RNE_{T+1} plutôt que de RNE_T n'est pas une coquetterie : il applique à l'acheteur terminal exactement la convention prospective que le chapitre 29 applique à l'acheteur d'aujourd'hui, $V_0 = RNE_1/R$. Capitaliser RNE_T sous-évaluerait la valeur terminale d'un facteur $(1+g)$, soit de 3 % à 4 % ; c'est l'une des erreurs les plus fréquentes dans les tableurs. Il faut en outre que RNE_{T+1} soit un revenu *stabilisé*, sans dépense en capital exceptionnelle ni loyer anormalement bas, puisque l'acheteur terminal le capitalise à perpétuité ; si l'année $T+1$ doit porter des travaux lourds, on projette un revenu normalisé et l'on traite les travaux à part.

La valeur présente de la valeur terminale s'obtient en l'actualisant sur T années, et non sur $T+1$: la vente a lieu à la fin de l'année T, au moment où le revenu de l'année $T+1$ n'est encore qu'une anticipation. La valeur de l'immeuble est alors

$$V_0 = \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t}{(1+r)^t} + \frac{V_T\,(1-c_v)}{(1+r)^T} = \sum_{t=1}^{T} \frac{RNE_t - CAPEX_t}{(1+r)^t} + \frac{RNE_{T+1}\,(1-c_v)}{R_T\,(1+r)^T}. \tag{30.9}$$

C'est la formule que calcule `traite.finance.dcf`, et que le tableau 30.3 applique ligne à ligne.

30.3.2 Pourquoi $R_T \geq R_0$

Il est d'usage de retenir un taux terminal au moins égal au taux de capitalisation courant R_0 ; le cas 3 ajoute 50 pb au milieu de la fourchette publiée par CBRE. Trois arguments fondent cette prudence. Le premier est le *vieillissement* : à la fin de l'horizon, l'immeuble a dix ans de plus, sa dépréciation accumulée est plus grande et l'acheteur terminal anticipe une croissance de valeur plus faible ; par (30.2), un g plus petit implique un R plus grand. Le deuxième est l'*incertitude* : le taux terminal s'applique dans dix ans à un marché que personne ne connaît ; à défaut de pouvoir le prévoir, on reconnaît que le marché exige une compensation pour ce risque. Le troisième est la *réversion vers la moyenne* : lorsque les taux courants sont historiquement bas, comme ils l'ont été au Canada entre 2020 et 2022, supposer qu'ils le resteront dix ans plus tard revient à parier sur la persistance d'un extrême. L'argument inverse existe : si le revenu de l'année $T+1$ est enfin stabilisé après un rattrapage,

Tableau 30.1. Hypothèses de projection du cas 3 (immeuble fictif de 12 logements, Montréal) et provenance de leur calibration.

Hypothèse	Valeur retenue	Repère public (calibration)
Date d'évaluation ; horizon T	1er septembre 2026 ; 10 ans	convention usuelle
Taux d'actualisation r	7,25 % (nominal, avant dette, avant impôt)	GdC 10 ans 3,84 % + primes ; CBRE 4,50 % + g
Taux terminal R_T	5,00 % = milieu CBRE 4,50 % + 50 pb	CBRE T3 2026, faible hauteur B : 4,25–4,75 %
Coûts de vente c_v	2,5 % de la valeur terminale brute	courtage et frais juridiques (hypothèse)
Indexation des baux reconduits g_c	3,1 % par an	pourcentage de base TAL 2026
Croissance des loyers de marché g_m	3,5 % par an	IPC Québec 3,1 % ; SCHL 2 ch. Montréal +7,2 % (2025)
Rotation annuelle ρ	15 % des logements, les plus sous le marché d'abord	SCHL : rotation RMR Montréal 9,4 % (2025)
Inoccupation et pertes v	3,9 % du RBP	SCHL : inocc. 2,9 % (2025), prévision 3,8 %–4,8 %
Croissance des dépenses g_d	3,0 % par an	IPC Québec 3,1 %
Réserve de remplacement	675 $/logement (8 103 $), constante	convention de l'ouvrage (chapitre 28)
CAPEX programmés	85 000 $ (2027), 40 000 $ (2029), 120 000 $ (2032)	hypothèse du dossier
Financement (chapitre 31)	RPV max 75 %, RCD min 1,20, 4,12 % nominal semestriel, 480 mois	BdC, fonds avancés assurés $\geq$ 5 ans, août 2026

Source : [données synthétiques] `data/synthetic/cas3_montreal_hypotheses_dcf.json` ; repères : CBRE Canada (2026), Banque du Canada (2026c), Banque du Canada (2026b), Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025a), Société canadienne d'hypothèques et de logement (2026e), Tribunal administratif du logement (2026d), Statistique Canada (2026b), consultés le 2026-10-31.

l'acheteur terminal fait face à moins d'incertitude locative que l'acheteur d'aujourd'hui, et rien n'interdit un R_T proche de R_0 dans un dossier bien argumenté. Ce qu'exige la rigueur, c'est que l'écart $R_T - R_0$ soit déclaré, justifié et soumis à l'analyse de sensibilité.

La lecture par la relation de Gordon donne une vérification immédiate. Avec $r = 7{,}25\,\%$ et $R_T = 5{,}00\,\%$, la croissance implicite au-delà de l'horizon est $g_T = r - R_T = 2{,}25\,\%$ par an, contre 3,5 % pour les loyers de marché : l'écart de 1,25 point est le rythme de dépréciation nette que le modèle prête à l'immeuble au-delà de 2036. Un taux terminal de 4,25 % impliquerait $g_T = 3{,}0\,\%$, c'est-à-dire presque aucune dépréciation ; un taux de 5,75 % impliquerait $g_T = 1{,}5\,\%$. Exprimer le taux terminal en croissance implicite est souvent plus parlant, pour le lecteur du rapport, que le taux lui-même.

30.3.3 Coûts de vente

Les coûts de vente sont ceux que supporte le *vendeur* terminal : commission de courtage, honoraires juridiques et frais de quittance de l'hypothèque. Au Québec, les droits sur les mutations immobilières sont payés par l'acquéreur (Gouvernement du Québec 2026g) et ne réduisent donc pas le produit net du vendeur ; ils interviennent plutôt, pour l'acheteur d'aujourd'hui, dans les coûts d'acquisition que le DCF de la valeur marchande ne comprend pas. Le cas 3 retient 2,5 %, soit 79 829 $ sur une valeur terminale brute de 3 193 168 $; actualisé, cet élément pèse 39 645 $ sur la valeur, soit 1,8 %. Les coûts de vente sont souvent omis des DCF publiés ; leur omission surévalue la valeur de c_v fois la part de la valeur terminale, et le tableau 30.7 en mesure l'effet.

30.3.4 Le poids de la valeur terminale

Dans le cas 3, la valeur terminale actualisée représente 70,0 % de la valeur ; les flux des dix premières années n'en représentent que 30,0 %. Cette proportion est caractéristique des immeubles résidentiels à faible taux de capitalisation : par la proposition 30.1, elle vaut exactement $[(1+g)/(1+r)]^T$ sous croissance constante, soit 70,1 % pour $g = 3{,}5\,\%$, $r = 7{,}25\,\%$ et $T = 10$. Elle a une conséquence méthodologique majeure : les deux tiers de la conclusion de valeur reposent sur deux nombres, RNE_{11} et R_T, et sur la qualité du raisonnement qui les soutient, bien plus que sur le détail des dix années de projection. Un rapport qui consacre vingt pages à la projection et deux lignes au taux terminal a inversé l'ordre des priorités. Le tableau 30.6 montre qu'un écart de 25 pb sur R_T déplace la valeur de 3,3 % à 3,7 %, et un écart de 75 pb de 9 % à 12 %.

30.4 Flux avant et après financement, avant et après impôt

30.4.1 Quatre niveaux de flux

La projection peut s'arrêter à quatre niveaux, qui correspondent à quatre questions différentes. Le **flux avant dette et avant impôt** ($CF_t = RNE_t - CAPEX_t$) mesure ce que l'immeuble produit, indépendamment de la façon dont il est financé et de la situation fiscale de son propriétaire ; c'est lui qu'actualise le DCF de la *valeur marchande*, car celle-ci est définie pour un acheteur typique, dont le financement est déjà reflété dans le taux d'actualisation du marché. Le **flux après dette** ($CF_t - SD_t$, où SD_t est le service de la dette) mesure ce qui revient aux fonds propres d'un investisseur donné ; il sert à la *valeur d'investissement* et à

l'analyse de la décision d'achat. Le **flux après impôt** déduit en outre l'impôt sur le revenu de location, calculé après déduction des intérêts et de l'amortissement fiscal, et, l'année de la revente, l'impôt sur le gain en capital et la récupération d'amortissement. Le quatrième niveau, rarement explicité, est le flux après impôt et après réinvestissement, qui n'intéresse que la gestion de patrimoine.

Les normes professionnelles n'imposent pas de niveau, mais elles imposent la cohérence entre le flux, le taux et la base de valeur : l'IVS 103 range la méthode des flux actualisés parmi les méthodes de l'approche par le revenu et exige que les hypothèses et intrants soient appropriés à la base de valeur retenue (International Valuation Standards Council 2025) ; les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent de divulguer toute hypothèse extraordinaire ayant une incidence directe sur l'évaluation et d'en indiquer l'incidence sur la valeur (règle 2.1 c), ainsi que de la rappeler à chaque conclusion de valeur (règle 2.3, élément 7) (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Une projection de dix ans contient des dizaines d'hypothèses ; toutes ne sont pas extraordinaires, mais celles qui le sont, par exemple la réalisation d'un CAPEX conditionnel ou la relocation au marché de logements dont les locataires contesteraient le loyer, doivent être identifiées comme telles.

30.4.2 Flux après financement et TRI des fonds propres

Soit M_0 le capital emprunté, SD le service de la dette annuel constant d'un prêt à versements égaux, et M_T le solde du prêt après T années. L'investisseur qui paie V_0 apporte $E_0 = V_0 - M_0$ de fonds propres, reçoit chaque année $CF_t - SD$ et, l'année T, le produit net de revente $V_T(1 - c_v) - M_T$. Le **TRI des fonds propres** avec levier, noté y_E, est la racine de

$$-E_0 + \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t - SD}{(1 + y_E)^t} + \frac{V_T(1 - c_v) - M_T}{(1 + y_E)^T} = 0. \tag{30.10}$$

La fonction `traite.finance.rendement_fonds_propres_levier` résout cette équation ; elle reçoit la série des flux avant dette, le prix, l'objet `Hypotheque` et la valeur de revente nette. Deux précisions comptent. D'abord, ce sont les flux *après CAPEX* qui doivent être passés, car les travaux sont payés par le propriétaire et non par le prêteur, à moins qu'un financement de travaux ne soit explicitement modélisé. Ensuite, le solde M_T est celui du tableau d'amortissement à la date de revente, calculé avec le taux périodique canadien ; le chapitre 31 détaille ce calcul, dont l'encadré ci-dessous donne l'essentiel.

Le levier est dit *positif* lorsque y_E excède le rendement non endetté r, ce qui se produit lorsque le coût effectif de la dette est inférieur au rendement total de l'immeuble ; il est *négatif* dans le cas contraire. Il faut distinguer ce levier sur le rendement *total* du levier sur le rendement *courant* : avec un taux de capitalisation de 4,42 % et une constante hypothécaire de 5,08 % (service de la dette annuel sur capital emprunté), chaque dollar emprunté coûte en service de la dette plus qu'il ne rapporte en revenu net la première année, et le rendement courant des fonds propres, dit *cash-on-cash*, est faible ; c'est la croissance attendue du revenu et de la valeur qui rend le levier positif sur l'horizon. Cette situation, où $R <$ constante hypothécaire $< r$, est celle du marché multirésidentiel montréalais de 2026 et elle explique pourquoi les prêteurs y contraignent les prêts par le ratio de couverture de la dette plutôt que par le ratio prêt-valeur (chapitre 31).

Taux hypothécaires canadiens : la composition semestrielle

Au Canada, la Loi sur l'intérêt (L.R.C. 1985, c. I-15, art. 6) exige que le taux d'un prêt hypothécaire à versements périodiques soit exprimé en taux annuel calculé semestriellement ou annuellement, non à l'avance. Un taux « de 4,12 % » affiché par un prêteur canadien est donc un taux nominal composé deux fois l'an, et le taux mensuel équivalent est

$$i_m = \left(1 + \frac{i}{2}\right)^{1/6} - 1 = (1{,}0206)^{1/6} - 1 = 0{,}340\,42\,\%, \tag{30.11}$$

et non $i/12 = 0{,}343\,33\,\%$ comme dans la convention américaine à composition mensuelle. Le taux effectif annuel est $(1+i/2)^2 - 1 = 4{,}162\,4\,\%$. L'écart paraît mince, mais il modifie le paiement, le solde et le ratio de couverture : sur le prêt de 1 475 959 $ du cas 3 amorti sur 40 ans, le service de la dette annuel est de 74 963 $ avec la convention canadienne. Les fonctions `taux_mensuel_canadien` et `Hypotheque` de la bibliothèque appliquent cette convention par défaut (chapitre D) ; les tableurs importés des États-Unis ne le font pas. Le taux retenu, 4,12 %, est le taux effectif moyen des fonds avancés par les banques à charte pour les prêts hypothécaires résidentiels assurés à taux fixe de cinq ans et plus en août 2026 (Banque du Canada 2026b) ; il sert de repère de calibration et ne préjuge pas du taux qu'obtiendrait un emprunteur donné pour un immeuble de douze logements, lequel dépend de l'assurance (SCHL, programme APH Select, dont le ratio de couverture minimal est de 1,10 pour le locatif ordinaire selon la page consultée le 2026-10-31 ; (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a)) et du terme.

30.4.3 L'impôt : un survol

Le traitement fiscal n'est pas développé dans cet ouvrage, dont l'objet est la valeur marchande, par définition avant impôt. Le lecteur retiendra seulement le cadre. Le revenu net de location est imposable entre les mains du propriétaire après déduction des intérêts et d'une déduction pour amortissement sur le coût du bâtiment, mais non du terrain ; l'amortissement fiscal, qui n'est pas une dépense décaissée, réduit l'impôt courant mais est récupéré à la revente si le prix excède la fraction non amortie du coût ; la plus-value excédant le coût est un gain en capital, dont une fraction seulement est imposable. Le DCF après impôt actualise ces flux à un taux après impôt propre à l'investisseur, ce qui donne une valeur d'investissement, non une valeur marchande (Brueggeman et Fisher 2022). Les taux, catégories et fractions évoluent avec les lois fiscales fédérale et québécoise et doivent être vérifiés à la date de l'analyse ; aucun n'est cité ici.

30.5 TRI, VAN, TRI modifié et cohérence avec la capitalisation directe

30.5.1 Valeur actuelle nette et taux de rendement interne

Soit une série de flux $CF_0, CF_1, \dots, CF_T$, où $CF_0 < 0$ est l'investissement initial. La **valeur actuelle nette** au taux r et le **taux de rendement interne** sont définis par

$$VAN(r) = \sum_{t=0}^{T} \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \qquad VAN(TRI) = 0. \tag{30.12}$$

La VAN répond à la question « combien l'achat à ce prix crée-t-il ou détruit-il de valeur pour un investisseur dont le rendement exigé est r ? » ; le TRI répond à « quel rendement l'achat à ce prix procure-t-il ? ». Les deux sont liés par une identité fondamentale : si le prix payé est exactement la valeur DCF V_0 calculée au taux r, alors $VAN(r) = 0$ et $TRI = r$. Ce n'est pas un résultat empirique mais une tautologie, et elle fournit le premier test de tout tableur DCF : en remplaçant CF_0 par $-V_0$ dans (30.12), le TRI de la série $(-V_0, CF_1, \dots, CF_T + V_T^{\text{net}})$ doit redonner r à la précision de la machine. Le script du cas 3 vérifie que le TRI de l'investisseur non endetté payant 2 208 566 $ est bien 7,250 0 %. Payer moins que V_0 procure plus que r : l'investisseur qui obtiendrait l'immeuble du cas 3 à la valeur par capitalisation directe, 2 037 503 $, réaliserait un TRI de 8,25 % si les projections se vérifiaient.

Le TRI se calcule numériquement, la VAN étant un polynôme en $1/(1+r)$; la bibliothèque procède par bissection sur un intervalle où la VAN change de signe, puis raffine par la méthode de Newton. Quand la VAN est strictement décroissante en r, ce qui est le cas des *flux conventionnels* (un seul changement de signe, l'investissement initial négatif suivi de flux positifs), le TRI est unique et bien défini.

30.5.2 Flux non conventionnels et TRI multiples

Dès que la série comporte plusieurs changements de signe, la règle des signes de Descartes n'exclut plus l'existence de plusieurs TRI réels, ou d'aucun. Les flux immobiliers après dette sont souvent dans ce cas : une année de travaux lourds peut rendre le flux des fonds propres négatif, comme en 2027 et 2032 dans le cas 3, où le flux après dette est de −60 451 $ puis −58 205 $. La série des fonds propres du cas 3 compte ainsi cinq changements de signe. En pratique, lorsque l'investissement initial domine les flux négatifs intermédiaires, la VAN reste monotone sur la plage de taux pertinente et un seul TRI existe ; le script le vérifie en constatant que la VAN des fonds propres est positive à 8 % (243 468 $) et négative à 12 % (−48 366 $). Mais l'analyste ne doit jamais tenir cette unicité pour acquise ; il trace la VAN en fonction du taux, ou il recourt au TRI modifié.

Le **TRI modifié** (MIRR) lève l'ambiguïté en séparant deux hypothèses que le TRI confond : le coût de financement des flux négatifs et le taux de réinvestissement des flux positifs. Les flux négatifs sont actualisés à $t = 0$ au taux de financement i_f, les flux positifs sont capitalisés à $t = T$ au taux de réinvestissement i_r, et le MIRR est le taux qui égalise les deux montants :

$$\text{MIRR} = \left(\frac{\sum_{t\,:\,CF_t>0} CF_t\,(1+i_r)^{T-t}}{-\sum_{t\,:\,CF_t<0} CF_t\,(1+i_f)^{-t}} \right)^{1/T} - 1. \tag{30.13}$$

Le MIRR est unique par construction et il corrige l'hypothèse héroïque du TRI, selon laquelle les flux intermédiaires sont réinvestis au TRI lui-même. Si $i_f = i_r = r$ et que le prix payé est V_0, alors MIRR $= r$: c'est une seconde identité de contrôle. Pour les fonds propres du cas 3, avec un taux de financement de 4,12 % et un taux de réinvestissement de 7,25 %, le MIRR est de 10,61 %, contre un TRI de 11,22 % ; l'écart mesure ce que le TRI doit à l'hypothèse de réinvestissement des flux à 11,22 %.

30.5.3 Cohérence entre le DCF et la capitalisation directe

La question revient dans toute réconciliation : le DCF et la capitalisation directe sont-ils deux méthodes ou deux présentations d'une même méthode ? La proposition suivante

répond : ce sont deux présentations, exactement équivalentes sous les hypothèses de Gordon, et dont l'écart, hors de ces hypothèses, mesure précisément l'information que la capitalisation directe ne peut pas porter.

Proposition 30.1 : Équivalence du DCF et de la capitalisation directe sous croissance constante

Soit $RNE_t = RNE_1(1+g)^{t-1}$ pour tout $t \geq 1$, avec $0 \leq g < r$, aucune dépense en capital hors réserve et aucun coût de vente. Si le taux terminal est $R_T = r - g$, alors, pour tout horizon $T \geq 1$,

$$V_0^{\mathrm{DCF}}(T) = \sum_{t=1}^{T} \frac{RNE_t}{(1+r)^t} + \frac{RNE_{T+1}}{(r-g)(1+r)^T} = \frac{RNE_1}{r-g} = V_0^{\mathrm{cap}},$$

et la part de la valeur terminale dans la valeur est $\left[(1+g)/(1+r)\right]^T$.

Démonstration. Posons $q = (1+g)/(1+r) < 1$. La somme des flux actualisés est $\sum_{t=1}^{T} RNE_1(1+g)^{t-1}(1+r)^{-t} = \dfrac{RNE_1}{1+r}\sum_{k=0}^{T-1} q^k = \dfrac{RNE_1}{1+r}\cdot\dfrac{1-q^T}{1-q}$. Or $(1+r)(1-q) = (1+r)-(1+g) = r-g$, donc cette somme vaut $\dfrac{RNE_1}{r-g}(1-q^T)$. La valeur terminale actualisée est $\dfrac{RNE_1(1+g)^T}{(r-g)(1+r)^T} = \dfrac{RNE_1}{r-g}\,q^T$. En additionnant, les termes en q^T s'annulent et il reste $RNE_1/(r-g)$, indépendant de T. La part de la valeur terminale est le rapport du second terme au total, soit q^T. □

La démonstration dit plus que l'énoncé. Elle montre d'abord que, sous croissance constante, l'horizon n'a *aucune* influence sur la valeur : allonger la projection déplace de la valeur depuis la valeur terminale vers les flux, à hauteur de q^T, sans changer le total. Le script du cas 3 le vérifie numériquement pour $T = 5$, 10 et 30 : avec $RNE_1 = 100\,000\,\$$, $r = 7{,}25\,\%$ et $g = 3{,}5\,\%$, le DCF donne 2 666 667 $ dans les trois cas, avec une part terminale de 83,7 %, 70,1 % et 34,4 % respectivement. Elle montre ensuite que l'égalité repose sur l'alignement $R_T = r - g$: un taux terminal plus élevé que $r - g$ donne un DCF inférieur à la capitalisation directe, quelle que soit la précision de la projection. Elle montre enfin ce qui la brise : des coûts de vente $c_v > 0$ donnent, par le même calcul,

$$V_0^{\mathrm{DCF}}(T) = \frac{RNE_1}{r-g}\left[1 - c_v\, q^T\right], \tag{30.14}$$

soit, pour le cas 3, une réduction de $0{,}025 \times 0{,}701 = 1{,}75\,\%$; et une trajectoire de revenu non géométrique, par exemple un rattrapage des loyers, fait diverger les deux méthodes d'une quantité qui mesure la valeur de ce rattrapage.

C'est exactement ce que l'on observe dans le cas 3. La capitalisation directe au taux médian de 4,42 % donne 2 037 503 $; le DCF donne 2 208 566 $, soit 171 063 $ ou 8,4 % de plus. Cet écart n'est pas une erreur de l'une ou l'autre méthode ; il s'explique entièrement. Le revenu net de la première année, 89 956 $, est celui d'un immeuble dont les loyers sont 11,0 % sous le marché ; la projection le fait croître de 5,9 % par an en moyenne sur dix ans, dont 4,6 % pour le revenu brut potentiel, bien au-delà des 2,83 % que le taux médian de 4,42 % implique pour un immeuble typique du marché. Le DCF valorise ce rattrapage ; la capitalisation directe,

qui n'en sait rien, ne le peut pas. En sens inverse, le taux de capitalisation implicite du DCF, $RNE_1/V_0 = 4{,}07\,\%$, est inférieur au taux médian : c'est le taux qu'un acheteur informé du potentiel de rattrapage accepterait sur le revenu courant. La réconciliation (chapitres 33 et 47) consiste alors à juger si les comparables dont le taux médian a été extrait présentaient eux aussi des loyers sous le marché, auquel cas le taux de 4,42 % incorpore déjà une part de rattrapage et le DCF en compte une partie deux fois, ou s'ils étaient stabilisés, auquel cas l'écart est légitime. Le taux de 4,07 % peut aussi être comparé au bas de la fourchette CBRE, 4,25 % : le DCF place le sujet légèrement sous le marché publié, ce qui est plausible pour un immeuble au revenu courant déprimé par ses baux.

30.6 Exemple intégral : le DCF du cas 3

Exemple 30.1 : Flux actualisés sur dix ans de l'immeuble de douze logements de Rosemont

Tous les chiffres de cette section sont calculés par `analysis/python/cases/ch30_dcf.py`, qui n'appelle que `traite.cas3` (fonctions `rne`, `taux_extraits`, `projection_dcf`, `valeur_dcf`, `financement`) et `traite.finance`. Le chapitre 29 a établi le revenu net normalisé de la première année et le taux global médian ; le chapitre 31 reprendra le financement ; le chapitre 47 réconciliera l'ensemble.

30.6.1 Point de départ : la première année

Le revenu brut potentiel contractuel des douze baux est de 165 540 $; au loyer de marché, il serait de 186 036 $, soit un écart de 20 496 $ (11,0 %). La provision pour inoccupation et pertes de 3,9 % retranche 6 456 $; les autres revenus (stationnement, buanderie) ajoutent 9 360 $; le revenu brut effectif est de 168 444 $. Les dépenses d'exploitation normalisées hors réserve s'élèvent à 70 385 $ et la réserve de remplacement à 8 103 $ (montant historique 2025 du dossier, soit 675,25 $ par logement), pour un ratio de dépenses de 46,6 % du revenu brut effectif ; le revenu net d'exploitation de la première année est de 89 956 $, soit 7 496 $ par logement. Le taux global extrait des quarante ventes comparables a une médiane de 4,415 %, une moyenne de 4,404 %, une moyenne pondérée par le revenu net de 4,332 % et un intervalle interquartile de 4,152 % à 4,638 % ; la capitalisation directe au taux médian donne 2 037 503 $.

30.6.2 Projection des revenus et des dépenses

Le tableau 30.2 déroule la projection pendant onze ans, la onzième année ne servant qu'à la valeur terminale. Le revenu brut potentiel passe de 165 540 $ à 259 911 $, soit 4,6 % par an, par l'effet conjugué de l'indexation à 3,1 % et de la relocation de deux logements par an environ ($0{,}15 \times 12 = 1{,}8$, arrondi à 2) au loyer de marché ; l'écart au marché se réduit de 11,0 % à 1,0 %. Les dépenses hors réserve croissent de 3 % par an ; la réserve est constante. Le revenu net passe de 89 956 $ à 159 658 $, soit 5,9 % par an : la croissance du revenu net excède celle du revenu brut parce que les dépenses, qui en absorbent près de la moitié la première année, croissent moins vite que les loyers. Cet effet de levier opérationnel est la raison pour laquelle les immeubles à loyers déprimés présentent des taux de capitalisation courants bas et des croissances de revenu net élevées.

Tableau 30.2. Projection des revenus et des dépenses du cas 3, années 1 à 11 (dollars courants). L'année 11 ne sert qu'au calcul de la valeur terminale.

Année	Exercice	RBP contractuel ($)	RBP au marché ($)	RBE ($)	Dépenses hors réserve ($)	Réserve ($)	RNE ($)
1	2026	165 540	186 036	168 444	70 385	8 103	89 956
2	2027	177 389	192 547	180 112	72 497	8 103	99 512
3	2028	188 095	199 286	190 689	74 672	8 103	107 915
4	2029	199 953	206 261	202 383	76 912	8 103	117 368
5	2030	209 340	213 481	211 710	79 219	8 103	124 388
6	2031	218 250	220 952	220 589	81 596	8 103	130 890
7	2032	226 565	228 686	228 905	84 044	8 103	136 759
8	2033	234 307	236 690	236 681	86 565	8 103	142 013
9	2034	242 513	244 974	244 912	89 162	8 103	147 647
10	2035	251 101	253 548	253 521	91 837	8 103	153 581
11	2036	259 911	262 422	262 353	94 592	8 103	159 658

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch30_dcf.py` (fonction `traite.cas3.projection_dcf`), graine 20261031. RBE = RBP × (1 − 0,039) + autres revenus (9 360 $ indexés à 3 %).

30.6.3 Flux, actualisation et valeur

Le tableau 30.3 soustrait les dépenses en capital, applique le facteur d'actualisation $(1{,}0725)^{-t}$ et cumule les valeurs présentes. Les trois années de travaux ramènent le flux avant dette à 14 512 $ en 2027 et 16 759 $ en 2032 ; la figure 30.3 en donne l'image. La somme des valeurs présentes des dix flux est de 662 410 $.

La valeur terminale capitalise le revenu net de l'année 11, 159 658 $, au taux terminal de 5,00 % : $V_{10} = 159\,658 / 0{,}05 = 3\,193\,168$ $. Les coûts de vente de 2,5 %, soit 79 829 $, la ramènent à 3 113 338 $; actualisée sur dix ans par le facteur 0,496623, elle vaut 1 546 156 $. La valeur de l'immeuble est donc

$$V_0 = 662\,410 + 1\,546\,156 = 2\,208\,566 \text{ \$},$$

soit 184 047 $ par logement et un taux de capitalisation implicite sur le revenu courant de 4,07 %. La valeur terminale représente 70,0 % du total. Le tableau 30.4 résume la décomposition. Conformément aux conventions de l'ouvrage, la conclusion de valeur arrondie que porterait un rapport serait de l'ordre de 2 210 000 $, le détail au dollar près n'ayant de sens que pour la traçabilité du calcul.

30.6.4 Flux après dette et TRI des fonds propres

Le financement est celui que détermine `traite.cas3.financement` à partir de la valeur DCF et du revenu net de la première année : un prêt au plus égal à 75 % de la valeur, soit 1 656 424 $, et au plus tel que le ratio de couverture de la dette atteigne 1,20 sur le revenu net de la première année. Au taux nominal de 4,12 % composé semestriellement et sur un amortissement de 480 mois, la constante hypothécaire est de 5,079 % et le prêt maximal par le ratio de couverture est de 1 475 959 $; c'est cette seconde contrainte qui lie, et le prêt retenu représente 66,83 % de la valeur. Le paiement mensuel est de 6 247 $, le service de la

Tableau 30.3. Flux avant dette, facteur d'actualisation à 7,25 % et valeurs présentes du cas 3, années 1 à 10.

Année t	RNE ($)	CAPEX ($)	Flux CF_t ($)	$(1+r)^{-t}$	VA ($)	VA cumulée ($)
1	89 956	0	89 956	0,932 401	83 875	83 875
2	99 512	85 000	14 512	0,869 371	12 616	96 491
3	107 915	0	107 915	0,810 603	87 476	183 967
4	117 368	40 000	77 368	0,755 807	58 475	242 442
5	124 388	0	124 388	0,704 715	87 658	330 100
6	130 890	0	130 890	0,657 077	86 005	416 105
7	136 759	120 000	16 759	0,612 659	10 267	426 373
8	142 013	0	142 013	0,571 244	81 124	507 497
9	147 647	0	147 647	0,532 628	78 641	586 138
10	153 581	0	153 581	0,496 623	76 272	662 410

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch30_dcf.py`, fonctions `traite.finance.facteur_va` et `traite.cas3.valeur_dcf`. Les valeurs présentes sont calculées sans arrondi intermédiaire ; la somme des VA arrondies peut différer d'un dollar du total.

Tableau 30.4. Décomposition de la valeur DCF du cas 3.

Composante	Montant ($)	Part (%)
Valeur présente des flux avant dette, années 1 à 10	662 410	30,0
Revenu net de l'année 11	159 658	
Valeur terminale brute ($RNE_{11}/0{,}05$)	3 193 168	
Coûts de vente (2,5 %)	−79 829	
Valeur terminale nette	3 113 338	
Valeur présente de la valeur terminale nette ($\times\, 0{,}496623$)	1 546 156	70,0
Valeur DCF V_0	2 208 566	100,0
Valeur par capitalisation directe (4,415 %)	2 037 503	
Écart DCF − capitalisation directe	171 063	8,4

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch30_dcf.py`

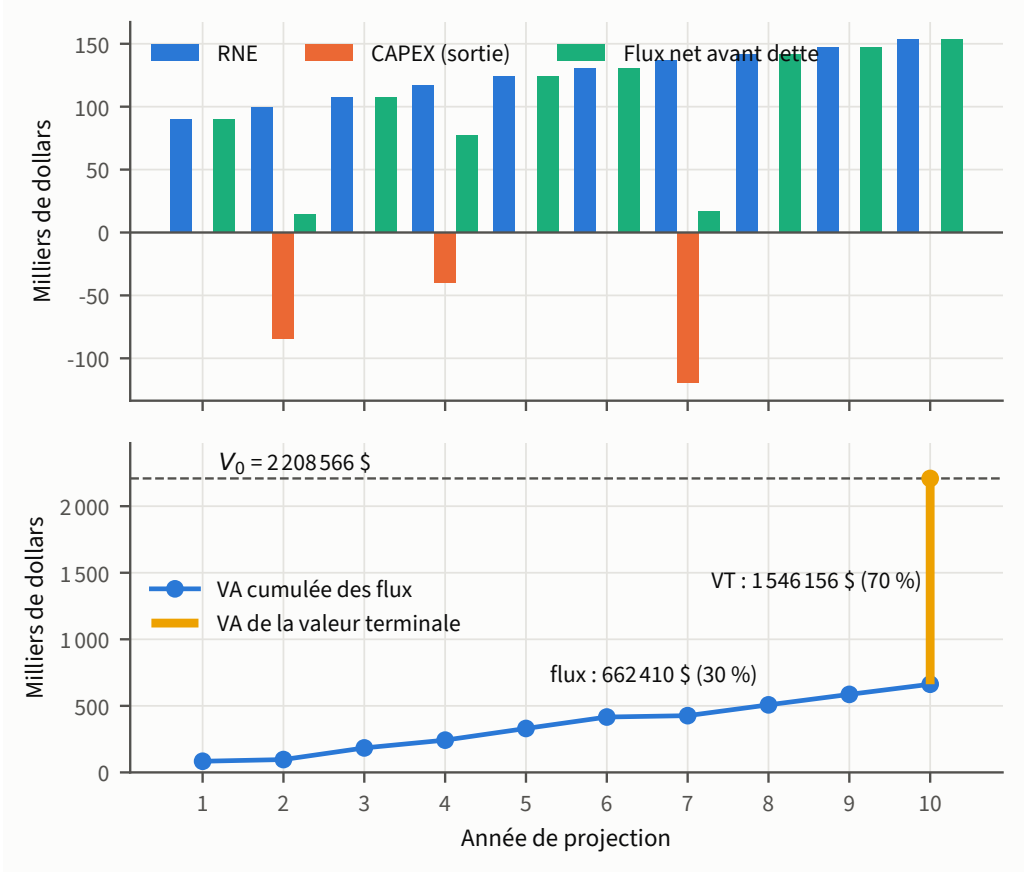


FIGURE 30.3. Haut : revenu net d'exploitation, dépenses en capital et flux net avant dette du cas 3 sur dix ans ; les travaux de 2027, 2029 et 2032 creusent le flux sans affecter le revenu net. Bas : valeur présente cumulée des flux (662 410 $, soit 30 % de la valeur) et apport de la valeur terminale actualisée (1 546 156 $, soit 70 %) pour atteindre $V_0 = 2\,208\,566$ $.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch30_flux.py`, graine 20261031

dette annuel de 74 963 $, la mise de fonds de 732 606 $. Après 120 paiements, le solde du prêt est de 1 295 148 $; le produit net de revente qui revient aux fonds propres l'année 10 est donc $3\,113\,338 - 1\,295\,148 = 1\,818\,190$ $.

Tableau 30.5. Flux après service de la dette et flux des fonds propres du cas 3 (prêt de 1 475 959 $ à 4,12 %, 480 mois ; mise de fonds 732 606 $).

Année	RNE ($)	Flux avant dette ($)	Service de la dette ($)	Flux après dette ($)	RCD	Flux des fonds propres ($)
0						−732 606
1	89 956	89 956	74 963	14 993	1,20	14 993
2	99 512	14 512	74 963	−60 451	1,33	−60 451
3	107 915	107 915	74 963	32 951	1,44	32 951
4	117 368	77 368	74 963	2 405	1,57	2 405
5	124 388	124 388	74 963	49 425	1,66	49 425
6	130 890	130 890	74 963	55 927	1,75	55 927
7	136 759	16 759	74 963	−58 205	1,82	−58 205
8	142 013	142 013	74 963	67 050	1,89	67 050
9	147 647	147 647	74 963	72 684	1,97	72 684
10	153 581	153 581	74 963	78 618	2,05	1 896 808

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch30_dcf.py`, fonctions `traite.cas3.financement`, `traite.finance.flux_apres_financement` et `rendement_fonds_propres_levier`. Le flux des fonds propres de l'année 10 comprend le produit net de revente (3 113 338 $ − solde 1 295 148 $). Le RCD est le rapport du RNE au service de la dette.

Le tableau 30.5 montre que le ratio de couverture, de 1,20 la première année, monte à 2,05 la dixième, mais que le flux après dette est négatif les deux années de travaux lourds : le propriétaire doit alors apporter 60 451 $ puis 58 205 $, ou disposer d'une facilité de crédit. Le rendement courant des fonds propres la première année est de 2,05 % seulement (14 993 $ sur 732 606 $) : c'est la manifestation du levier négatif sur le revenu courant lorsque le taux de capitalisation, 4,42 %, est inférieur à la constante hypothécaire, 5,08 %. Sur l'horizon, en revanche, le TRI des fonds propres est de 11,22 %, contre 7,25 % pour l'investisseur non endetté : le levier est positif sur le rendement total, parce que le coût effectif de la dette, 4,16 %, est très inférieur au rendement total de l'immeuble. La série des fonds propres comporte cinq changements de signe ; son TRI est néanmoins unique sur la plage de taux pertinente, et le TRI modifié, avec financement à 4,12 % et réinvestissement à 7,25 %, est de 10,61 %.

30.7 Analyse de sensibilité et scénarios

30.7.1 Sensibilité au taux d'actualisation et au taux terminal

Les deux taux sont les intrants les plus discutés d'un DCF et les plus incertains. La figure 30.4 représente la valeur du cas 3 pour neuf valeurs de r et sept valeurs de R_T ; le tableau 30.6 isole l'effet du taux terminal. On y lit trois choses. La valeur décroît dans les deux directions, de façon presque linéaire sur la plage considérée : 25 pb de taux d'actualisation valent environ 2 % de valeur, 25 pb de taux terminal environ 3,5 %. Le taux terminal pèse davantage que le taux d'actualisation pour un même écart en points de base, parce qu'il agit

sur 70 % de la valeur par un rapport $1/R_T$ dont la dérivée, $-V_T/R_T$, est grande quand R_T est petit. Enfin, les deux taux se compensent partiellement lorsqu'ils bougent ensemble, ce qui est le cas le plus réaliste : une hausse générale des taux d'intérêt relève à la fois le rendement exigé et le taux terminal ; la cellule ($r = 8{,}00\,\%$, $R_T = 5{,}50\,\%$) donne 1 948 000 $, soit 11,8 % de moins que la base, et c'est le scénario de hausse des taux examiné plus bas.

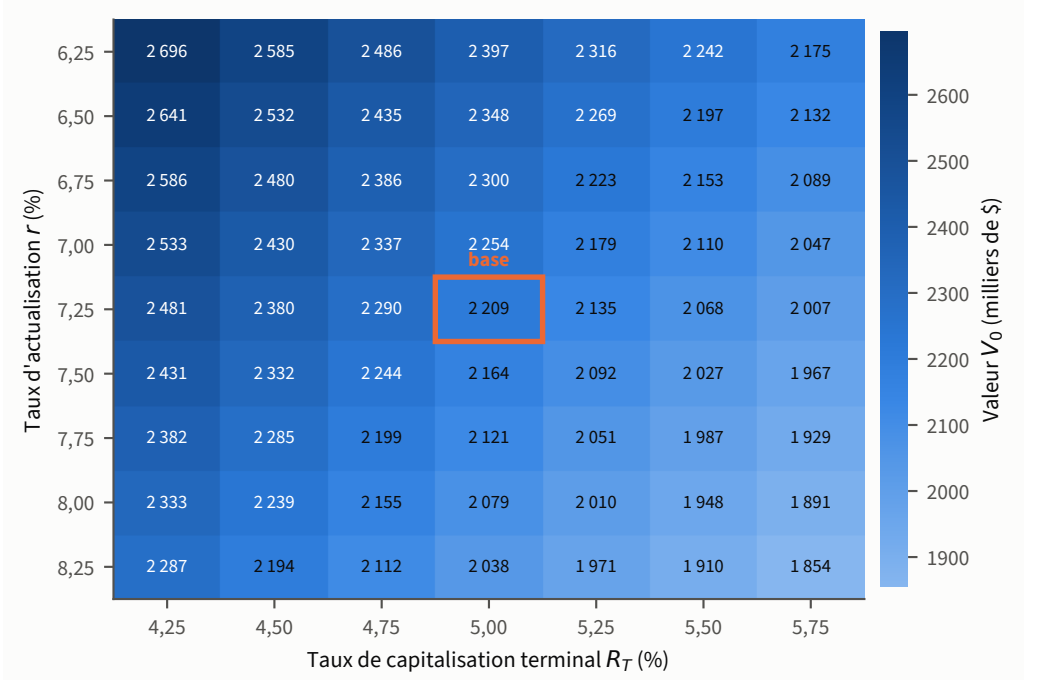


Figure 30.4. Valeur DCF du cas 3 (milliers de dollars) selon le taux d'actualisation r (lignes) et le taux de capitalisation terminal R_T (colonnes), toutes autres hypothèses à leur valeur de base ; la cellule encadrée est la base (2 208 566 $). La valeur est plus sensible à 25 pb de R_T qu'à 25 pb de r.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch30_surface.py`, graine 20261031

30.7.2 Le diagramme en tornade

Le diagramme en tornade (figure 30.5 et tableau 30.7) fait varier chaque intrant entre une borne basse et une borne haute, les autres étant maintenus à leur valeur de base, et classe les intrants par l'amplitude de leur effet. Les bornes doivent être comparables en vraisemblance, faute de quoi le classement ne reflète que l'arbitraire des plages choisies ; celles du cas 3 représentent, pour chaque intrant, un écart que l'analyste juge plausible à dix ans. Le résultat renverse une idée reçue : les intrants dominants ne sont pas les taux, mais les croissances. Une croissance des loyers de marché de 2,5 % au lieu de 3,5 % retranche 153 390 $; une croissance de 4,5 % ajoute 214 845 $, soit une amplitude de 368 235 $, le double de celle du taux d'actualisation (179 218 $ pour ±50 pb). La croissance des dépenses vient en deuxième (214 045 $ pour un écart de deux points), devant l'indexation des baux reconduits (207 429 $). Ce classement tient au mécanisme de levier opérationnel : avec un ratio de dépenses de 46,6 %, un point de croissance de plus sur les loyers ou de moins sur les dépenses se transmet presque doublé au revenu net de l'année 11, et donc à la valeur terminale. L'asymétrie de

Tableau 30.6. Sensibilité de la valeur du cas 3 au taux de capitalisation terminal, $r = 7{,}25\,\%$ et coûts de vente de 2,5 % inchangés.

R_T (%)	VT brute ($)	VT nette ($)	VA de la VT ($)	Valeur V_0 ($)	Part VT (%)	Écart à la base (%)
4,25	3 756 668	3 662 751	1 819 007	2 481 417	73,3	12,4
4,50	3 547 964	3 459 265	1 717 951	2 380 361	72,2	7,8
4,75	3 361 229	3 277 198	1 627 533	2 289 943	71,1	3,7
5,00	3 193 168	3 113 338	1 546 156	2 208 566	70,0	0,0
5,25	3 041 112	2 965 084	1 472 530	2 134 939	69,0	−3,3
5,50	2 902 880	2 830 308	1 405 596	2 068 006	68,0	−6,4
5,75	2 776 667	2 707 251	1 344 483	2 006 893	67,0	−9,1

Source: [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch30_dcf.py`, fonction `sensibilite_taux_terminal`

certaines barres est instructive : la rotation produit un effet asymétrique (−67 649 $ à 5 %, 23 089 $ à 25 %) parce que l'écart au marché, déjà presque résorbé à 15 %, ne peut guère se résorber davantage ; les CAPEX, l'inoccupation et les coûts de vente produisent des effets symétriques parce qu'ils entrent linéairement.

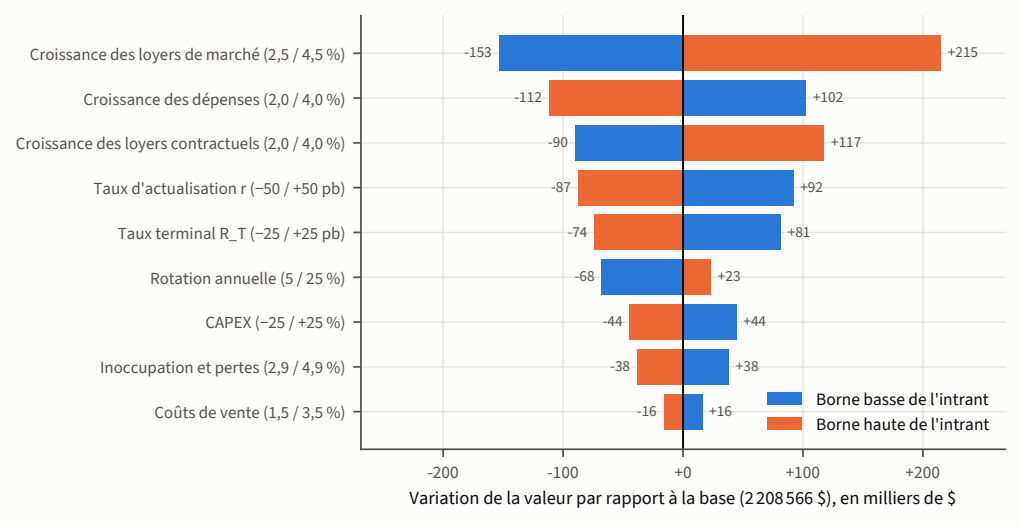


Figure 30.5. Diagramme en tornade de la valeur DCF du cas 3 : variation de la valeur (milliers de dollars) lorsque chaque intrant est porté à sa borne basse (bleu) ou haute (orange), les autres étant à leur valeur de base. Les hypothèses de croissance dominent les taux ; l'effet de la rotation est asymétrique.
Source: [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch30_tornade.py`, graine 20261031

30.7.3 Trois scénarios narratifs

La sensibilité fait varier un intrant à la fois ; les scénarios font varier ensemble les intrants qu'une même cause affecterait. Le tableau 30.8 en présente trois et les lit de deux façons : la valeur que l'évaluateur conclurait si le scénario était son cas de base, et le sort de l'investisseur qui a payé la valeur de base, 2 208 566 $, avec le prêt de base, si le scénario se matérialise

Tableau 30.7. Tornade du cas 3 : valeur aux bornes basse et haute de chaque intrant et amplitude (dollars), base 2 208 566 $.

Intrant (borne basse / haute)	V basse ($)	V haute ($)	Δ basse ($)	Δ haute ($)	Ampl. ($)
Croiss. loyers de marché (2,5 / 4,5 %)	2 055 176	2 423 411	−153 390	214 845	368 235
Croiss. des dépenses (2,0 / 4,0 %)	2 310 942	2 096 898	102 376	−111 668	214 045
Indexation des baux (2,0 / 4,0 %)	2 118 624	2 326 053	−89 942	117 487	207 429
Taux r (±50 pb)	2 300 356	2 121 138	91 790	−87 428	179 218
Taux terminal R_T (±25 pb)	2 289 943	2 134 939	81 377	−73 626	155 003
Rotation annuelle (5 / 25 %)	2 140 916	2 231 655	−67 649	23 089	90 738
CAPEX (−25 / +25 %)	2 252 978	2 164 154	44 412	−44 412	88 824
Inoccupation et pertes (2,9 / 4,9 %)	2 246 652	2 170 480	38 086	−38 086	76 173
Coûts de vente (1,5 / 3,5 %)	2 224 424	2 192 708	15 858	−15 858	31 716

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch30_dcf.py`, fonction `tornade`

ensuite.

Le scénario *de base* est celui des sections précédentes. Le scénario *d'encadrement serré des loyers* suppose que le pourcentage de base de la fixation retombe à 2,0 %, que la rotation ralentit à 8 % par an, par exemple parce que les locataires en place, conscients de l'avantage de leur bail, ne bougent plus, et que les loyers de marché eux-mêmes ne croissent que de 3,0 %, le marché s'étant détendu ; c'est le scénario qu'examine en détail le chapitre 34. Le revenu net de l'année 11 tombe à 137 845 $, la valeur à 1 912 046 $, soit 13,4 % de moins ; l'investisseur qui a payé la base n'obtient plus que 5,49 % sans levier et 7,48 % sur ses fonds propres, le levier restant positif mais réduit, et le flux de ses fonds propres descend à −75 657 $ l'année des travaux de 2027. Le scénario *de hausse des taux* suppose que le rendement exigé monte à 8,00 %, le taux terminal à 5,50 % et que le prêt est renouvelé à 5,12 % dès l'origine, approximation d'un renouvellement à l'échéance du terme de cinq ans que le chapitre 31 traite exactement ; la valeur tombe à 1 947 889 $, soit 11,8 % de moins, le service de la dette monte à 86 183 $, le ratio de couverture minimal descend à 1,04, sous le seuil de 1,20 exigé à l'origine, et l'investisseur qui a payé la base n'obtient que 6,44 % sans levier et 8,31 % sur ses fonds propres. Dans les deux scénarios adverses, le levier reste positif, mais la marge de sécurité disparaît : un ratio de couverture de 1,04 signifie qu'une inoccupation de deux logements de plus suffirait à rendre le flux après dette négatif de façon durable. Le chapitre 40 généralise cette approche en tirant les intrants de lois de probabilité plutôt que de les fixer par scénarios, dans la tradition ouverte par Pyhrr (1973) et Wofford (1978) et développée par French et Gabrielli (2005) et Hoesli et al. (2006).

30.7.4 Ce que l'analyse de sensibilité doit dire au lecteur du rapport

Un rapport d'évaluation par DCF ne devrait jamais présenter une valeur seule. Il devrait présenter la valeur de base, les deux ou trois intrants qui la gouvernent avec la plage sur laquelle ils ont été examinés, la fourchette de valeurs qui en résulte et la raison pour laquelle l'évaluateur retient la base plutôt qu'un autre point de la fourchette. Dans le cas 3, cette présentation tiendrait en quelques phrases : la valeur de 2 210 000 $ repose d'abord sur la croissance attendue des loyers de marché et sur le taux terminal ; une croissance inférieure d'un point ou un taux terminal supérieur de 50 pb ramèneraient la valeur vers

Tableau 30.8. Trois scénarios pour le cas 3 : hypothèses, valeur conclue sous le scénario, et rendements de l'investisseur qui a payé la valeur de base (2 208 566 $) avec le prêt de base (1 475 959 $).

	Base	Encadrement serré	Hausse des taux
Taux d'actualisation r (%)	7,25	7,25	8,00
Taux terminal R_T (%)	5,00	5,00	5,50
Indexation des baux reconduits (%)	3,1	2,0	3,1
Croissance des loyers de marché (%)	3,5	3,0	3,5
Rotation annuelle (%)	15	8	15
Taux hypothécaire (%)	4,12	4,12	5,12
RNE_{11} ($)	159 658	137 845	159 658
Valeur terminale nette ($)	3 113 338	2 687 973	2 830 308
Valeur V_0 ($)	2 208 566	1 912 046	1 947 889
Écart à la base (%)	0,0	−13,4	−11,8
Part de la valeur terminale (%)	70,0	69,8	67,3
Service de la dette ($)	74 963	74 963	86 183
RCD minimal sur l'horizon	1,20	1,20	1,04
TRI sans levier si payé 2 208 566 $ (%)	7,25	5,49	6,44
TRI des fonds propres si payé 2 208 566 $ (%)	11,22	7,48	8,31
Flux des fonds propres le plus bas ($)	−60 451	−75 657	−71 671

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch30_dcf.py`, fonction `scenarios`. Dans le scénario de hausse des taux, le prêt de base est supposé porté à 5,12 % dès l'origine.

2 060 000 $, une croissance supérieure d'un point la porterait vers 2 420 000 $; la valeur par capitalisation directe, 2 040 000 $, se situe dans la partie basse de cette fourchette, ce qui s'explique par le potentiel de rattrapage des loyers que la capitalisation directe ignore. French et Gabrielli (2004) ont montré que les destinataires des rapports comprennent mieux une opinion assortie de sa fourchette qu'un nombre isolé, et les normes vont dans ce sens en exigeant la divulgation des hypothèses.

Erreurs fréquentes

- **Compter deux fois les réserves et les CAPEX.** Inclure dans le revenu net une réserve de remplacement calibrée pour la toiture et les fenêtres, puis inscrire ces mêmes travaux en CAPEX dans les flux, soustrait deux fois la même dépense. La convention de l'ouvrage réserve la réserve aux composantes à vie courte et les CAPEX aux travaux lourds datés ; un taux terminal extrait de ventes dont le revenu net excluait toute réserve ne doit pas être appliqué à un RNE_{T+1} après réserve.
- **Capitaliser RNE_T au lieu de RNE_{T+1}, ou actualiser la valeur terminale sur $T+1$ années.** La première erreur sous-évalue la valeur terminale d'un facteur $(1+g)$; la seconde, d'un facteur $(1+r)$: dans le cas 3, actualiser la valeur terminale nette sur onze ans au lieu de dix la réduirait de 1 546 156 $ à 1 441 637 $, soit 104 519 $ de moins sur la valeur (4,7 %). Les deux erreurs se cumulent souvent dans un tableur dont la colonne « année 11 » a été ajoutée après coup.
- **Mélanger flux nominaux et taux réels.** Projeter des loyers et des dépenses en dollars courants, puis actualiser à un taux « réel » ou appliquer un taux terminal implicitement réel, surévalue la valeur ; projeter des flux constants en dollars d'aujourd'hui et les actualiser à un taux nominal la sous-évalue. La relation de Fisher (30.4) impose la cohérence.
- **Prendre le TRI pour un rendement réalisé.** Le TRI suppose le réinvestissement des flux intermédiaires au TRI lui-même et il peut ne pas être unique quand les flux changent plusieurs fois de signe ; le MIRR et la VAN à un taux explicite sont plus robustes.
- **Oublier que la valeur terminale porte 70 % de la valeur.** Une projection minutieuse des dix premières années ne compense pas un taux terminal choisi sans justification ; le taux terminal doit être exprimé aussi en croissance implicite $g_T = r - R_T$ et discuté.
- **Supposer la relocation au marché sans réserve.** Au Québec, le nouveau locataire informé du loyer précédent peut en demander la fixation ; l'hypothèse doit être tempérée ou déclarée comme hypothèse extraordinaire.
- **Appliquer un taux hypothécaire américain.** Un taux canadien est composé semestriellement ; utiliser $i/12$ surestime le service de la dette et sous-estime le ratio de couverture.

Limites et mises en garde

Le DCF n'est pas plus « exact » que la capitalisation directe ; il est plus explicite. Ses résultats dépendent d'hypothèses sur dix ans dont aucune n'est observable, et la préci-

sion apparente du tableau au dollar près ne doit pas être confondue avec la précision de la conclusion, qui est de l'ordre de la fourchette révélée par l'analyse de sensibilité. Les taux d'actualisation du marché multirésidentiel québécois ne font l'objet d'aucune enquête publique vérifiée à la date de rédaction ; le taux de 7,25 % du cas 3 est une hypothèse raisonnée, non une observation. Les hypothèses de rotation (15 %), de relocation intégrale au loyer de marché et d'ordre de relocation sont des hypothèses pédagogiques du dossier synthétique ; les décisions de fixation du TAL, l'évolution de la méthode réglementaire après 2026 et le comportement des locataires peuvent s'en écarter. Les CAPEX du cas 3 sont fictifs et la récupération partielle des dépenses d'immobilisation par la fixation des loyers n'est pas modélisée. Le traitement fiscal est hors du champ. Enfin, la réconciliation entre le DCF et la capitalisation directe suppose de connaître l'état locatif des comparables, information rarement disponible, de sorte que l'écart de 8,4 % observé dans le cas 3 ne peut être attribué avec certitude au seul rattrapage des loyers.

À retenir

- Sous croissance constante, $V_0 = RNE_1/(r-g)$ et $R = r - g$: le taux de capitalisation est le rendement exigé moins la croissance attendue de la *valeur*, qui est inférieure à celle des loyers d'un immeuble qui vieillit.
- Le taux d'actualisation s'ancre sur un taux sans risque daté (GdC 10 ans : 3,84 % le 29 octobre 2026) et se justifie par trois lectures croisées : TRI implicites de ventes, taux de capitalisation publiés plus croissance, construction par primes.
- La projection distingue loyers contractuels (indexation TAL, 3,1 % en 2026) et loyers de marché, reliés par la rotation ; les CAPEX datés sont soustraits des flux, la réserve reste dans le revenu net, sans double compte.
- $V_T = RNE_{T+1}/R_T$, nette des coûts de vente, actualisée sur T années ; $R_T \geq R_0$ par vieillissement, incertitude et réversion ; la valeur terminale porte 70 % de la valeur du cas 3.
- Le DCF de la valeur marchande actualise les flux avant dette et avant impôt ; le TRI des fonds propres avec levier se calcule sur les flux après dette et après CAPEX, avec un solde hypothécaire à composition semestrielle.
- $VAN(r) = 0$ et $TRI = r$ quand le prix est V_0 ; les flux non conventionnels appellent la VAN ou le MIRR.
- Le DCF et la capitalisation directe coïncident si et seulement si la croissance est constante et $R_T = r - g$; leur écart mesure la valeur du changement de régime du revenu. Cas 3 : 2 208 566 $ contre 2 037 503 $, soit +8,4 %, attribuable au rattrapage des loyers.
- La sensibilité classe les intrants : croissance des loyers de marché, croissance des dépenses et indexation des baux dominent les taux ; un rapport présente la fourchette, non un nombre.

Exercices

Exercice 30.1 — Taux de capitalisation, taux d'actualisation et croissance ★

Un investisseur exige un rendement total de 7,25 % sur un immeuble locatif dont il anticipe que le revenu net et la valeur croîtront de 3,5 % par an à perpétuité. (a) Quel taux de capitalisation est-il prêt à accepter ? Quelle valeur attribue-t-il à un revenu net de première année de 100 000 $? (b) Le marché affiche un taux de capitalisation médian de 4,415 % ; quelle croissance de la valeur ce taux implique-t-il pour un rendement exigé de 7,25 % ? Quel rendement exigé implique-t-il pour une croissance de 3,5 % ? (c) Expliquer pourquoi la croissance implicite en (b) est inférieure à la croissance attendue des loyers de marché.

Exercice 30.2 — Valeur terminale et date d'actualisation ★

Le revenu net projeté de l'année 11 d'un immeuble est de 159 658,38 $. (a) Calculer la valeur terminale brute à la fin de l'année 10 au taux terminal de 5,0 %, puis la valeur terminale nette de coûts de vente de 2,5 %. (b) Actualiser la valeur terminale nette à 7,25 % sur dix ans. (c) Un collègue l'a actualisée sur onze ans ; calculer son résultat et l'écart. (d) Recalculer la valeur terminale nette avec un taux terminal de 5,5 % et commenter.

Exercice 30.3 — Un DCF à cinq ans ★★

Un petit immeuble doit produire les flux avant dette suivants : 62 000 $, 64 000 $, 20 000 $ (année de travaux), 68 000 $ et 70 000 $ pour les années 1 à 5 ; le revenu net stabilisé de l'année 6 est estimé à 72 000 $. Le taux d'actualisation est de 7,0 %, le taux terminal de 5,0 %, les coûts de vente de 3,0 %. (a) Calculer la valeur présente des flux, la valeur terminale brute et nette, sa valeur présente et la valeur de l'immeuble. (b) Quelle part de la valeur provient de la valeur terminale ? (c) Le vendeur demande 1 300 000 $; calculer la VAN à 7,0 % et le TRI d'un achat à ce prix.

Exercice 30.4 — Composition semestrielle ★★

Un prêt de 1 000 000 $ est consenti au taux de 4,12 %, amorti sur 300 mois. (a) Calculer le taux mensuel selon la convention canadienne (composition semestrielle) et selon la convention américaine (composition mensuelle), puis le taux effectif annuel dans chaque cas. (b) Calculer le paiement mensuel dans chaque convention et l'écart annuel de service de la dette. (c) Dans quel sens une erreur de convention biaise-t-elle le ratio de couverture de la dette ?

Exercice 30.5 — Vérifier la proposition d'équivalence ★★

Un immeuble a un revenu net de première année de 90 000 $ qui croît de 3,5 % par an ; le rendement exigé est de 7,25 %. (a) Calculer la valeur par capitalisation directe au taux de Gordon. (b) Calculer la valeur par DCF avec un taux terminal $R_T = r - g$ pour des horizons de 5, 10 et 20 ans, sans coûts de vente, et la part de la valeur terminale dans chaque cas. (c) Reprendre l'horizon de 10 ans avec des coûts de vente de 2,5 % et vérifier la formule (30.14).

Exercice 30.6 — Variante du cas 3 ★★★

À l'aide des fonctions `traite.cas3.projection_dcf` et `traite.cas3.valeur_dcf` (ou en reproduisant le tableau 30.3), recalculer la valeur du cas 3 avec un taux d'actualisation de 7,75 % et un taux terminal de 5,5 %, toutes autres hypothèses inchangées. Donner la valeur présente des flux, la valeur terminale nette, sa valeur présente, la valeur, la part de la valeur terminale, l'écart à la base et le taux de capitalisation implicite sur le revenu de la première année. Commenter la cohérence de ce taux implicite avec la fourchette CBRE de 4,25 % à 4,75 %.

Exercice 30.7 — TRI des fonds propres, flux non conventionnels et MIRR ★★★

Reprendre la série des flux des fonds propres du cas 3 (tableau 30.5). (a) Compter les changements de signe et expliquer pourquoi l'unicité du TRI n'est pas garantie a priori. (b) Calculer la VAN des fonds propres à 8 % et à 12 % et en déduire un encadrement du TRI ; retrouver le TRI. (c) Calculer le MIRR avec un taux de financement de 4,12 % et un taux de réinvestissement de 7,25 % et interpréter l'écart avec le TRI. (d) Quelle disposition pratique un investisseur doit-il prendre face aux flux négatifs de 2027 et 2032 ?

Exercice 30.8 — Décomposer l'écart entre DCF et capitalisation directe ★★★

Dans le cas 3, le DCF donne 2 208 566 $ et la capitalisation directe au taux médian de 4,415 % donne 2 037 503 $. (a) Calculer le taux de capitalisation implicite du DCF sur le revenu net de la première année et la croissance de long terme implicite du taux médian ($g = r - R$). (b) Calculer la croissance annualisée du revenu net entre l'année 1 et l'année 11 de la projection, et la comparer à la croissance implicite. (c) Calculer le TRI que réaliserait un acheteur qui paierait la valeur par capitalisation directe et obtiendrait les flux projetés. (d) Énoncer deux hypothèses sur les comparables sous lesquelles l'écart de 8,4 % serait, respectivement, entièrement légitime ou partiellement un double compte.

Pour aller plus loin

Geltner et al. (2014), *Commercial Real Estate Analysis and Investments*, demeure l'exposé le plus complet de la méthode des flux actualisés appliquée à l'immobilier : la relation entre taux de capitalisation, rendement exigé et croissance, le traitement des flux avant et après financement, la valeur terminale et ses coûts de revente y sont développés avec une rigueur qui a inspiré ce chapitre. Baum et al. (2021), *Property Investment Appraisal*, confrontent la capitalisation implicite britannique (*all-risks yield*) au DCF explicite et consacrent de longs développements au taux cible et à sa justification ; leur distinction entre évaluation et analyse d'investissement rejoint celle, faite ici, entre valeur marchande et valeur d'investissement. Fisher et Martin (2007) et Brueggeman et Fisher (2022) offrent des traitements plus pédagogiques, le second avec un chapitre sur le DCF après impôt que le présent ouvrage n'aborde pas. Appraisal Institute (2026), seizième édition de *The Appraisal of Real Estate*, présente les conventions nord-américaines de l'analyse par flux actualisés telles que les enseigne l'Appraisal Institute. Sur l'incertitude, French et Gabrielli (2004) et French et Gabrielli (2005) proposent d'exprimer les intrants du DCF comme des distributions et d'en communiquer la fourchette, et Hoesli et al. (2006) appliquent la simulation de Monte-Carlo à la valeur DCF ; ces travaux préparent le chapitre 40. Sur la dimension empirique, Plazzi et al. (2010) et Ghysels et al. (2013) examinent ce que les taux de capitalisation prédisent des rendements et de la croissance des loyers, ce qui donne un fondement statistique à la lecture $r = R + g$; Bokhari et Geltner (2018) mesurent la dépréciation des immeubles multirésidentiels et justifient l'écart entre croissance des loyers et croissance de la valeur. Pour les encadrements réglementaires des loyers et leurs effets sur la trajectoire des revenus, Arnott (1995) et Kholodilin (2024) fournissent le cadre théorique et la recension empirique qu'approfondit le chapitre 34.

31

Financement, levier, RCD et RPV

La valeur marchande d'un immeuble locatif est, par définition, indépendante de la façon dont son acheteur la finance : le chapitre 30 a actualisé des flux avant service de la dette, et le taux d'actualisation du marché incorporait déjà le financement de l'acheteur typique. Pourtant, presque aucun immeuble de douze logements ne s'achète comptant, et le prêt hypothécaire façonne le marché de trois manières que l'évaluateur ne peut ignorer. Il détermine ce que les acheteurs peuvent payer, puisque le prêteur plafonne le capital qu'il avance par des ratios de prêt-valeur et de couverture de la dette ; il transforme le rendement et le risque des fonds propres par l'effet de levier, ce qui explique les taux de capitalisation que l'on observe ; il expose enfin le propriétaire au renouvellement de son terme à un taux inconnu, risque que les tests de résistance des prêteurs et des assureurs cherchent à borner. Le présent chapitre établit la mécanique de l'hypothèque canadienne, dont la composition semestrielle distingue les calculs de ceux des manuels américains, puis les contraintes des prêteurs et des assureurs publics, la théorie du levier et ses conséquences, le dimensionnement du prêt maximal et le renouvellement au terme. L'exemple intégral reprend le financement de l'immeuble du cas 3 déjà introduit aux chapitres 29 et 30 ; le chapitre 47 l'intégrera au dossier complet et le chapitre 40 en fera la matière de simulations.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- convertir un taux hypothécaire canadien, nominal et composé semestriellement, en taux mensuel et en taux effectif, et expliquer pourquoi la convention américaine donne un paiement différent ;
- calculer le paiement, le solde à toute date, la décomposition intérêts-capital et la constante hypothécaire d'un prêt amorti, et distinguer le terme de l'amortissement ;
- définir et calculer le ratio prêt-valeur, le ratio de couverture de la dette, le ratio prêt-revenu et le point mort d'occupation, et connaître les règles fédérales et les programmes d'assurance qui les encadrent ;
- dériver l'effet du levier sur le rendement courant et sur le rendement total des fonds propres, démontrer la condition du levier positif et mesurer l'amplification du risque ;
- déterminer le prêt maximal qu'un immeuble supporte et reconnaître laquelle des

contraintes est liante ;
- recalculer exactement le paiement au renouvellement du terme et en mesurer l'effet sur la couverture, les flux et le rendement des fonds propres ;
- conduire une analyse de sensibilité du financement au taux, à l'amortissement et au ratio de couverture minimal.

31.1 L'hypothèque canadienne

31.1.1 La Loi sur l'intérêt et la composition semestrielle

Au Canada, le taux d'un prêt hypothécaire remboursable par versements périodiques confondus de capital et d'intérêts doit être exprimé, en vertu de l'article 6 de la Loi sur l'intérêt, en taux annuel calculé annuellement ou semestriellement, non d'avance (Canada 1985, art. 6). L'usage des prêteurs canadiens est la composition semestrielle : un taux affiché de 4,12 % signifie que l'intérêt est capitalisé deux fois par année au taux de 2,06 % par semestre. Le paiement, lui, est presque toujours mensuel, et il faut donc trouver le taux mensuel i_m qui, appliqué douze fois, produit la même capitalisation que deux applications du taux semestriel. L'équivalence des taux impose $(1+i_m)^{12} = (1+i/2)^2$, d'où

$$i_m = \left(1 + \frac{i}{2}\right)^{1/6} - 1, \tag{31.1}$$

et, plus généralement, pour une composition m_c fois l'an et m_p paiements par année, $i_p = (1+i/m_c)^{m_c/m_p} - 1$; c'est la fonction `taux_periodique` de la bibliothèque, dont `taux_mensuel_canadien` est le cas particulier. Le taux effectif annuel est

$$i_{\text{eff}} = \left(1 + \frac{i}{m_c}\right)^{m_c} - 1 = (1+i_m)^{12} - 1. \tag{31.2}$$

Pour $i = 4{,}12\,\%$, on obtient $i_m = (1{,}0206)^{1/6} - 1 = 0{,}340\,42\,\%$ et $i_{\text{eff}} = (1{,}0206)^2 - 1 = 4{,}162\,4\,\%$. La convention américaine, qui compose le taux mensuellement, donne $i_m = i/12 = 0{,}343\,33\,\%$ et un taux effectif de $4{,}198\,7\,\%$: à taux nominal égal, l'emprunteur canadien paie moins d'intérêt que l'emprunteur américain, parce que son taux est capitalisé moins souvent. Les prêts à taux variable font exception dans la pratique de plusieurs prêteurs, qui les composent mensuellement ; l'évaluateur doit lire la convention dans l'acte ou la confirmation de prêt, non la supposer.

31.1.2 Terme et amortissement

Deux durées gouvernent une hypothèque canadienne et il importe de ne jamais les confondre.

Définition 31.1 : Terme et période d'amortissement

La **période d'amortissement** est le nombre de périodes, N, sur lequel le paiement constant est calculé pour que le capital soit entièrement remboursé ; elle est de 25 ans pour la plupart des prêts résidentiels assurés, de 30 ans dans certains cas, et de 40

à 50 ans pour les immeubles collectifs assurés par la SCHL. Le **terme** est la durée, généralement de un à cinq ans, pendant laquelle le taux et les conditions sont fixés par contrat ; à son échéance, le solde restant est renouvelé, auprès du même prêteur ou d'un autre, au taux alors en vigueur, sur la période d'amortissement résiduelle.

Cette structure est la différence institutionnelle majeure entre le marché canadien et le marché américain, où le prêt à taux fixe sur trente ans, remboursable par anticipation sans pénalité, domine le résidentiel (Brueggeman et Fisher 2022). Au Canada, c'est l'emprunteur qui porte le risque de taux au-delà du terme, et les prêteurs assurés comme les non assurés le portent très peu ; c'est pourquoi le terme de cinq ans est le pivot des tests de résistance et pourquoi la section 31.5 lui consacre un traitement exact. Les prêts aux immeubles collectifs sont souvent *fermés* pendant le terme, c'est-à-dire que le remboursement anticipé est interdit ou pénalisé, et ils peuvent comporter, pour les immeubles de plus grande taille, une structure à paiement forfaitaire ou *ballon* à l'échéance ; nous nous en tenons ici au prêt à versements constants, qui est la norme du multirésidentiel de petite et moyenne taille.

31.1.3 Paiement, solde et décomposition

Soit un capital M_0, un taux périodique i_m et N paiements mensuels de fin de période. Le paiement constant PMT est l'annuité dont la valeur présente au taux i_m égale le capital :

$$M_0 = PMT \sum_{k=1}^{N} (1+i_m)^{-k} = PMT \, \frac{1-(1+i_m)^{-N}}{i_m} \qquad \Longrightarrow \qquad PMT = M_0 \, \frac{i_m}{1-(1+i_m)^{-N}}. \tag{31.3}$$

Le facteur qui multiplie M_0 est le facteur de recouvrement du capital, inverse du facteur de valeur présente d'une annuité ; c'est la fonction `facteur_recouvrement` de la bibliothèque. Le solde après k paiements est la valeur présente des $N-k$ paiements qui restent, ce qui donne, après simplification,

$$M_k = PMT \, \frac{1-(1+i_m)^{-(N-k)}}{i_m} = M_0 \, \frac{(1+i_m)^N - (1+i_m)^k}{(1+i_m)^N - 1}. \tag{31.4}$$

La seconde forme, dite prospective, est celle que calcule `Hypotheque.solde` ; elle ne dépend pas de l'arrondi du paiement et donne le solde exact à toute date, ce qui est précisément ce dont l'évaluateur a besoin pour la revente de l'année T ou pour le renouvellement au terme. Chaque paiement se décompose en intérêts sur le solde de début de période et en remboursement de capital :

$$I_k = i_m \, M_{k-1}, \qquad C_k = PMT - I_k = PMT - i_m M_{k-1}, \qquad M_k = M_{k-1} - C_k. \tag{31.5}$$

Comme M_{k-1} décroît, la part d'intérêts décroît et la part de capital croît géométriquement : $C_k = C_1 (1+i_m)^{k-1}$. Sur une période d'amortissement de quarante ans, les premières années sont presque entièrement des intérêts, et la constitution de fonds propres par remboursement est lente ; la figure 31.1 le montre pour le prêt du cas 3 et le tableau 31.2 en donne les extraits numériques.

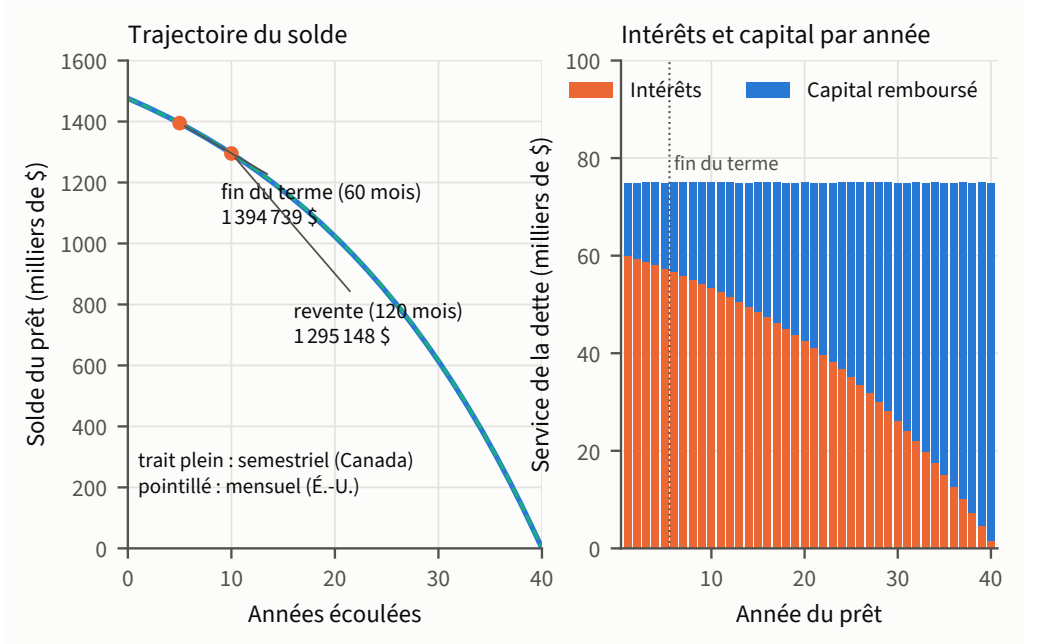


FIGURE 31.1. Gauche : trajectoire du solde du prêt du cas 3 (1 475 959 $ à 4,12 %, composition semestrielle, 480 mois) ; les points marquent la fin du terme de cinq ans (1 394 739 $) et la revente de l'année 10 (1 295 148 $) ; la convention américaine (pointillé) donne un solde à peine plus élevé. Droite : décomposition du service de la dette annuel constant de 74 963 $ en intérêts et capital ; la première année, 80 % du paiement est de l'intérêt.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch31_solde.py`, fonctions `traite.finance.Hypotheque`, graine 20261031

31.1.4 La constante hypothécaire

Le **service de la dette** annuel est $SD = 12\,PMT$ et la **constante hypothécaire** (*mortgage constant*) rapporte ce service au capital emprunté :

$$f = \frac{SD}{M_0} = 12\,\frac{i_m}{1-(1+i_m)^{-N}}. \tag{31.6}$$

Elle ne dépend que du taux et de la période d'amortissement, non du montant, et elle joue, pour la dette, le rôle que le taux de capitalisation joue pour l'immeuble : c'est le coût *courant* d'un dollar emprunté, intérêts et remboursement confondus. La constante est toujours supérieure au taux effectif, puisqu'elle comprend le remboursement du capital, et l'écart se resserre quand l'amortissement s'allonge : à 4,12 %, f vaut 6,39 % sur 25 ans, 5,79 % sur 30 ans et 5,08 % sur 40 ans. C'est par la constante que la bande d'investissement et la formule de couverture de la dette du chapitre 29 relient le marché hypothécaire au taux de capitalisation ; nous ne reprenons pas ces constructions ici, mais le lecteur verra à la section 31.3 qu'elles sont des cas particuliers de la théorie du levier.

31.1.5 Comparaison des deux conventions sur le prêt du cas 3

Le tableau 31.1 applique les deux conventions au prêt de 1 475 959 $ du cas 3. L'écart de taux effectif n'est que de 3,6 pb, mais il se propage : le paiement mensuel passe de 6 246,93 $ à 6 279,21 $, soit 387 $ de service de la dette de plus par année, et la constante de 5,078 9 % à 5,105 2 %. Un tableur américain appliqué à un prêt canadien surestime donc le service de la dette de 0,5 % et sous-estime d'autant le ratio de couverture ; sur un prêt dimensionné exactement au seuil de 1,20, il conclurait à tort que la contrainte n'est pas respectée, ou bien conduirait à réduire le prêt de quelque 7 600 $. L'erreur est petite sur un dossier et systématique sur un portefeuille, et elle se double souvent d'une erreur de signe sur le levier lorsque la constante est proche du taux de capitalisation, comme c'est le cas en 2026.

Tableau 31.1. Convention canadienne (composition semestrielle) et convention américaine (composition mensuelle) appliquées au prêt du cas 3 : 1 475 959 $, taux nominal 4,12 %, 480 paiements mensuels.

Élément	Canada ($m_c = 2$)	États-Unis ($m_c = 12$)
Taux mensuel i_m (%)	0,340 42	0,343 33
Taux effectif annuel (%)	4,162 4	4,198 7
Paiement mensuel ($)	6 246,93	6 279,21
Service de la dette annuel ($)	74 963	75 351
Constante hypothécaire f (%)	5,078 9	5,105 2
Intérêts de la première année ($)	60 016	60 532
Capital remboursé la première année ($)	14 947	14 819
Solde après 60 mois ($)	1 394 739	1 395 377
Solde après 120 mois ($)	1 295 148	1 296 396

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, fonction `conventions` ; `traite.finance.Hypotheque` avec `composition` = 2 et 12.

Tableau 31.2. Extraits du tableau d'amortissement du prêt du cas 3 (1 475 959 $, 4,12 % composé semestriellement, 480 mois, paiement 6 246,93 $).

Mois k	Paiement ($)	Intérêts I_k ($)	Capital C_k ($)	Solde M_k ($)	Part d'intérêts (%)
1	6 246,93	5 024,50	1 222,42	1 474 737,03	80,4
2	6 246,93	5 020,34	1 226,58	1 473 510,44	80,4
12	6 246,93	4 977,94	1 268,99	1 461 012,59	79,7
60	6 246,93	4 753,10	1 493,83	1 394 739,19	76,1
61	6 246,93	4 748,01	1 498,91	1 393 240,28	76,0
120	6 246,93	4 415,22	1 831,71	1 295 148,22	70,7
240	6 246,93	3 492,90	2 754,03	1 023 293,62	55,9
360	6 246,93	2 106,18	4 140,75	614 552,85	33,7
479	6 246,93	42,32	6 204,61	6 225,73	0,7
480	6 246,93	21,19	6 225,73	0,00	0,3

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, fonction `tableau_extraits` (`Hypotheque.tableau`). Le solde du mois 480 est exactement nul par construction ; la somme des intérêts sur quarante ans est de 1 522 566 $, soit 1,03 fois le capital.

31.2 Ratios et contraintes des prêteurs

31.2.1 Ratio prêt-valeur et ratio de couverture de la dette

Deux ratios résument la position d'un prêteur hypothécaire. Le **ratio prêt-valeur** (RPV, RPV) mesure la protection que la valeur de l'immeuble offre au prêteur en cas de défaut ; le **ratio de couverture de la dette** (RCD, RCD) mesure la capacité du revenu de l'immeuble à payer le service de la dette :

$$RPV = \frac{M_0}{V_0}, \qquad RCD = \frac{RNE_1}{SD} = \frac{RNE_1}{f\,M_0}. \tag{31.7}$$

Le premier est un ratio de *stock*, le second un ratio de *flux*. Le prêteur fixe un plafond au premier et un plancher au second ; le prêt maximal qu'il consent est le plus petit des deux montants compatibles :

$$M_{\max} = \min\!\left(RPV_{\max}\, V_0,\ \frac{RNE_1}{RCD_{\min}\, f} \right). \tag{31.8}$$

Laquelle des deux contraintes lie dépend de la relation entre le taux de capitalisation et la constante. En divisant la seconde contrainte par V_0, le ratio prêt-valeur maximal que la couverture autorise s'écrit

$$\frac{M^{RCD}_{\max}}{V_0} = \frac{RNE_1 / V_0}{RCD_{\min}\, f} = \frac{R}{RCD_{\min}\, f}, \tag{31.9}$$

où R est le taux de capitalisation *sur le prix payé*. La couverture lie dès que R est inférieur au produit $RCD_{\min} f RPV_{\max}$. Avec un seuil de 1,20, un ratio prêt-valeur maximal de 75 % et $f = 5{,}079\,\%$, ce produit vaut 4,571 %, exactement la formule de couverture du chapitre 29. Tout immeuble multirésidentiel montréalais dont le taux de capitalisation est inférieur à ce

seuil, c'est-à-dire la plupart en 2026, ne peut être financé à 75 % par un prêt conventionnel à quarante ans ; la section 31.4 chiffre la conséquence pour le cas 3.

Définition 31.2 : Ratio de couverture de la dette

Le ratio de couverture de la dette est le rapport du revenu net d'exploitation prospectif de la première année au service de la dette annuel, intérêts et capital compris, du ou des prêts garantis par l'immeuble. Un ratio de 1,20 signifie que le revenu net excède de 20 % le service de la dette, ou que le revenu net pourrait baisser de $1 - 1/1{,}20 = 16{,}7\,\%$ avant que l'immeuble cesse de payer sa dette. Le revenu net retenu est celui des conventions du chapitre 28, réserve de remplacement comprise ; un prêteur qui calcule son ratio sur un revenu net *avant* réserve obtient un ratio plus élevé, et l'évaluateur doit signaler la convention employée.

Le **point mort d'occupation** complète ces deux ratios en rapportant l'ensemble des décaissements fixes au revenu brut potentiel :

$$\text{PM} = \frac{DE + RR + SD}{RBP}, \tag{31.10}$$

où DE sont les dépenses d'exploitation, RR la réserve et SD le service de la dette. C'est la fraction du revenu brut potentiel qu'il faut encaisser pour tout payer ; son complément à un, diminué de la provision pour inoccupation déjà prévue, est la marge de sécurité en points de revenu. La fonction `ratio_point_mort` le calcule.

31.2.2 Le cadre fédéral : B-20, taux admissible minimal et ratio prêt-revenu

Les institutions financières fédérales souscrivent leurs prêts hypothécaires résidentiels sous la ligne directrice B-20 du Bureau du surintendant des institutions financières, publiée en 2017 et toujours en vigueur à la date de rédaction (Bureau du surintendant des institutions financières 2017). Trois dispositions intéressent directement l'évaluateur. La première est l'exigence d'une évaluation de la garantie réaliste, étayée et défendable, réalisée par un évaluateur indépendant du processus de crédit, ce qui fonde la demande d'évaluations hypothécaires qui occupe une part importante de la profession. La deuxième est le plafond de 80 % du ratio prêt-valeur pour les prêts non assurés : au-delà, l'assurance prêt hypothécaire est obligatoire. La troisième est le **taux admissible minimal** (TAM, *minimum qualifying rate*), qui impose de vérifier la capacité de l'emprunteur non pas au taux du contrat mais à un taux plus élevé :

$$i_{\text{adm}} = \max\left(i_{\text{contrat}} + 2\,\%,\ 5{,}25\,\%\right). \tag{31.11}$$

La page du BSIF modifiée le 29 janvier 2026 confirme la règle et précise que le taux est revu au moins une fois l'an, en décembre, et qu'il ne s'applique plus, depuis le 21 novembre 2024, aux transferts directs non assurés d'un prêteur à un autre au renouvellement (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b ; Bureau du surintendant des institutions financières 2024). Pour un taux contractuel non assuré de 4,58 %, le taux admissible est de 6,58 % ; pour un taux de 3,00 %, le plancher de 5,25 % l'emporte. La fonction `taux_admissible_minimal` encode cette règle avec des paramètres que l'utilisateur doit

vérifier à la date de son analyse. Depuis l'exercice 2025 des institutions, le BSIF plafonne en outre le volume des nouveaux prêts non assurés dont le ratio **prêt-revenu** (*loan-to-income*, LTI) dépasse 4,5 fois le revenu de l'emprunteur, par une limite propre à chaque institution et non publiée (Bureau du surintendant des institutions financières 2026a) ; cette contrainte de portefeuille, qui ne vise pas chaque prêt individuellement, pèse surtout dans les marchés chers où le ratio prix-revenu est élevé.

L'effet du taux admissible sur la capacité d'emprunt se mesure simplement. Un ménage qui peut consacrer 3 315 $ par mois au paiement hypothécaire, hypothèse pédagogique, emprunterait 594 162 $ sur 25 ans à 4,58 % ; qualifié à 6,58 %, il n'emprunte plus que 491 344 $, soit 17,3 % de moins. Si son revenu est de 120 000 $, le ratio prêt-revenu de 4,5 le limiterait à 540 000 $, contrainte intermédiaire. Ces règles ne s'appliquent pas en tant que telles aux prêts aux immeubles collectifs, qui relèvent du crédit commercial ; mais les prêteurs y transposent la logique en calculant le ratio de couverture à un taux majoré, et la section 31.4 montre ce que vaut cette transposition pour le cas 3.

31.2.3 Résidentiel de un à quatre logements : mise de fonds et assurance

Pour l'acheteur d'une maison ou d'un plex de quatre logements ou moins qu'il occupe, les règles fédérales de l'assurance prêt hypothécaire, modifiées le 15 décembre 2024, fixent le prix maximal assurable à 1 500 000 $ et la mise de fonds minimale à 5 % de la première tranche de 500 000 $ et 10 % de la tranche comprise entre 500 000 $ et 1 500 000 $; la période d'amortissement de 30 ans est ouverte à tous les premiers acheteurs et à tous les acheteurs d'une construction neuve (Ministère des Finances Canada 2024). La mise de fonds minimale s'écrit donc

$$E_{\min}(P) = 0{,}05\ \min(P,\ 500\,000) + 0{,}10\ \max(P - 500\,000,\ 0), \qquad P \le 1\,500\,000, \tag{31.12}$$

soit 20 000 $ pour un prix de 400 000 $ (5,0 %), 40 000 $ pour 650 000 $ (6,15 %), 75 000 $ pour 1 000 000 $ (7,5 %) et 125 000 $ pour 1 500 000 $ (8,33 %) ; au-delà de 1 500 000 $, le prêt n'est plus assurable et la règle des 80 % de B-20 impose 20 % de mise de fonds. Ces règles expliquent la demande des propriétaires-occupants de plex, financés à 90 % ou 95 % de la valeur à un taux assuré inférieur au taux non assuré, et elles éclairent les taux de capitalisation très bas des duplex et triplex que le chapitre 32 analyse : l'acheteur d'un triplex qu'il habite n'est pas un investisseur qui compare un rendement à une constante, mais un ménage qui compare un paiement hypothécaire net des loyers à un loyer.

31.2.4 Immeubles collectifs : l'assurance SCHL et le programme APH Select

Pour les immeubles de cinq logements et plus, la Société canadienne d'hypothèques et de logement assure des prêts à des conditions qu'aucun prêteur conventionnel n'offre, et ces conditions structurent le marché du multirésidentiel. Le programme **APH Select**, en vigueur depuis le 7 mars 2022 et décrit sur la page consultée le 31 octobre 2026, module les conditions selon un système de points accordés pour l'abordabilité des loyers, l'efficacité énergétique et l'accessibilité (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a). Le tableau 31.3 en résume les seuils pour un immeuble existant. À 50 points, le prêt peut atteindre 85 % de la valeur, amorti sur 40 ans, avec un ratio de couverture minimal de 1,10 pour le locatif ordinaire ; à 70 points, 95 % et 45 ans ; à 100 points, 95 % et 50 ans avec recours limité. Les points d'abordabilité d'un immeuble existant exigent que 40 %, 60 % ou 80 % des

logements aient un loyer inférieur ou égal à 30 % du revenu médian des ménages locataires de la région, engagement maintenu dix ans ; les points d'efficacité énergétique exigent une réduction de 15 %, 25 % ou 40 % des émissions ou de la consommation ; l'accessibilité donne 20 ou 30 points.

Tableau 31.3. Programme APH Select de la SCHL, immeubles existants de cinq logements et plus : seuils de points, ratio prêt-valeur maximal, période d'amortissement maximale et ratio de couverture minimal (locatif ordinaire).

Seuil	RPV max. (%)	Amort. max. (ans)	RCD min.	Exemple de critères d'abordabilité
50 points	85	40	1,10	40 % des logements à au plus 30 % du revenu médian des locataires, pendant 10 ans
70 points	95	45	1,10	60 % des logements abordables, ou combinaison avec l'énergie et l'accessibilité
100 points	95	50	1,10	80 % des logements abordables, ou combinaison ; recours limité

Source : Société canadienne d'hypothèques et de logement (2026a), page publiée le 21 septembre 2026, consultée le 2026-10-31 ; RCD de 1,20 pour les autres formes d'hébergement et de 1,4 pour la partie non résidentielle. Certaines cellules des niveaux 70 et 100 points ont été déduites de la mise en page de la source (`sources/notes-C.md`, point 7) : à confirmer avant publication.

L'assurance a un prix. Le barème des droits et primes de la SCHL pour les immeubles collectifs, locatif ordinaire et APH Select confondus, fixe une prime unique, en proportion du prêt, croissante avec le ratio prêt-valeur : 2,60 % jusqu'à 65 %, 2,85 % jusqu'à 70 %, 3,35 % jusqu'à 75 %, 4,35 % jusqu'à 80 %, 5,35 % jusqu'à 85 %, 5,90 % jusqu'à 90 % et 6,15 % au-delà, cette dernière tranche étant réservée à APH Select ; une surprime de 0,25 % s'ajoute par tranche de cinq ans d'amortissement au-delà de 25 ans, et le droit de demande est de 150 $ par logement (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026d). La prime est habituellement capitalisée au prêt, ce qui augmente le service de la dette ; dans les calculs de ce chapitre, elle est présentée séparément pour en isoler le coût. La fonction `prime_aph` du script du chapitre encode ce barème et la section 31.4 l'applique au cas 3. Deux conséquences pour l'évaluateur méritent d'être soulignées. D'abord, les conditions APH Select ne sont pas celles de l'acheteur typique : l'engagement d'abordabilité pendant dix ans restreint précisément le rattrapage des loyers qui, dans le cas 3, fonde l'écart entre la valeur DCF et la capitalisation directe ; la valeur marchande ne doit donc pas incorporer un financement que seul un acheteur acceptant ces contraintes obtiendrait. Ensuite, la disponibilité d'un financement à 85 % ou 95 % avec une couverture de 1,10 et un amortissement de 40 à 50 ans abaisse mécaniquement le taux « du prêteur » de l'équation (31.9) et contribue à expliquer que le multirésidentiel se négocie à des taux de capitalisation inférieurs à la constante hypothécaire conventionnelle : c'est l'une des lectures de la compression des taux documentée par Duca et Ling (2020) pour les marchés où le capital réglementaire des prêteurs est allégé.

31.2.5 Les taux du marché à la date de rédaction

Le tableau 31.4 rassemble les taux publics qui ancrent les calculs de ce chapitre, et la figure 31.2 en montre l'histoire depuis 2013. Le taux cible du financement à un jour a été relevé à 2,50 % le 28 octobre 2026, première hausse depuis juillet 2023, après un palier de douze mois à 2,25 % (Banque du Canada 2026a). Les obligations de référence du gouvernement

du Canada rendaient 3,58 % à cinq ans et 3,84 % à dix ans le 29 octobre 2026 (Banque du Canada 2026c). Le taux hypothécaire conventionnel à cinq ans *affiché* par les banques à charte était de 6,19 % ; il ne décrit pas le taux réellement consenti, mais il sert de référence aux pénalités de remboursement anticipé et, autrefois, au taux admissible. Les taux *effectifs* des fonds effectivement avancés en août 2026 pour les prêts résidentiels à taux fixe de cinq ans et plus étaient de 4,12 % pour les prêts assurés et de 4,58 % pour les prêts non assurés (Banque du Canada 2026b) : l'écart de 46 pb est le prix du risque de crédit que l'assurance transfère à l'assureur public, et l'écart d'environ 160 pb entre le taux affiché et le taux non assuré consenti, et de plus de 200 pb avec le taux assuré, est la mesure de la négociation. Le cas 3 retient 4,12 % comme repère de calibration ; un prêt conventionnel à un immeuble de douze logements se négocierait vraisemblablement entre les deux séries, et le chapitre 47 fait varier cette hypothèse.

Tableau 31.4. Repères de taux publics à la date de rédaction (Banque du Canada, API Valet et communiqué, consultés le 2026-10-31).

Taux	(%)	Date	Série ou source
Taux cible du financement à un jour	2,50	2026-10-28	V39079 ; communiqué BdC
Obligation de référence GdC 5 ans	3,58	2026-10-29	BD.CDN.5YR.DQ.YLD
Obligation de référence GdC 10 ans	3,84	2026-10-29	BD.CDN.10YR.DQ.YLD
Hypothèque conventionnelle 5 ans, taux affiché	6,19	2026-10-28	V80691335 (hebdomadaire)
Fonds avancés, assurés, fixe 5 ans et plus	4,12	2026-08	V122667780 (mensuel)
Fonds avancés, non assurés, fixe 5 ans et plus	4,58	2026-08	V122667786 (mensuel)
Taux admissible minimal, contrat à 4,58 %	6,58	2026-01-29	BSIF, $\max(i + 2\,\%,\ 5{,}25\,\%)$

Source : Banque du Canada (2026a), Banque du Canada (2026c), Banque du Canada (2026b) et Bureau du surintendant des institutions financières (2026b) ; fichiers `data/raw/bdc_valet/` téléchargés le 2026-10-31. Les taux hypothécaires sont des taux nominaux annuels ; la Banque du Canada ne précise pas la convention de composition des taux des fonds avancés, que l'ouvrage traite comme semestrielle.

L'hypothèque immobilière au Québec

Le droit du financement hypothécaire est, au Québec, d'abord celui du Code civil. L'hypothèque est un droit réel sur un bien affecté à l'exécution d'une obligation ; elle confère au créancier le droit de suivre le bien en quelques mains qu'il soit, de le prendre en possession ou en paiement, ou de le faire vendre, et elle n'est que l'accessoire de la créance qu'elle garantit (art. 2660, 2661 et 2665 C.c.Q.). L'hypothèque immobilière doit, à peine de nullité absolue, être constituée par acte notarié en minute (art. 2693), ce qui explique que le notaire soit l'intervenant obligé de toute transaction financée au Québec, et elle est publiée au registre foncier, où l'évaluateur la lit à l'index des immeubles. L'hypothèque qui grève les loyers présents et à venir d'un immeuble, fréquente dans le financement des immeubles collectifs, est elle aussi immobilière et publiée au registre foncier (art. 2695) : en cas de défaut, le prêteur peut percevoir directement les loyers, et l'évaluateur mandaté par un créancier doit savoir que le flux qu'il analyse est déjà affecté. Les recours hypothécaires sont la prise de possession à des fins d'administration, la prise en paiement, la vente sous contrôle de justice et la vente par le créancier (art. 2748) ; la

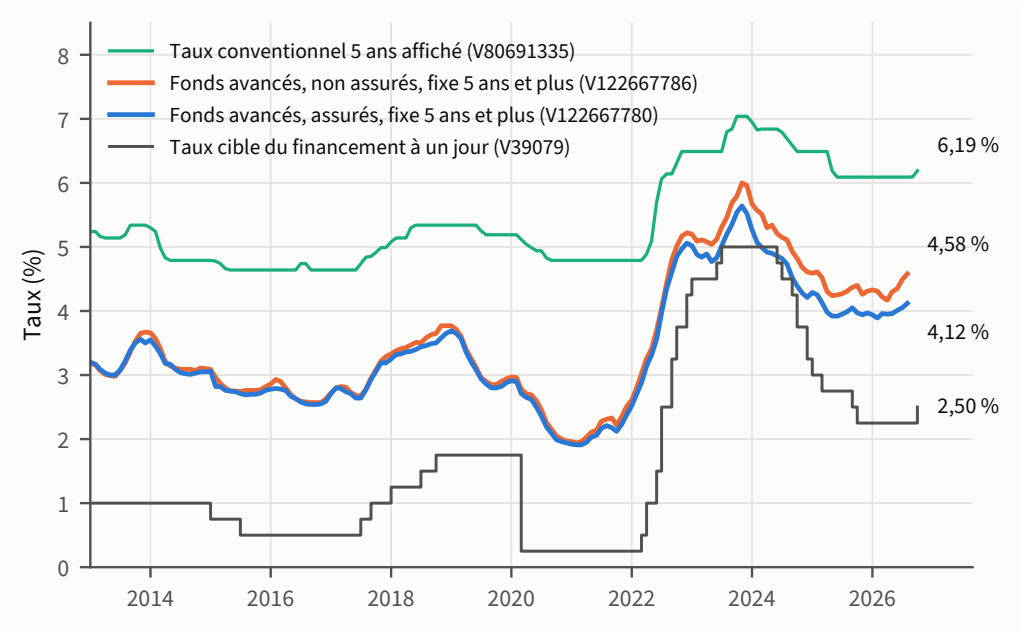


FIGURE 31.2. Taux effectifs des fonds avancés par les banques à charte pour les prêts hypothécaires résidentiels à taux fixe de cinq ans et plus, assurés et non assurés (mensuels, janvier 2013 à août 2026), taux conventionnel à cinq ans affiché (moyennes mensuelles) et taux cible du financement à un jour. Les taux consentis suivent les taux obligataires, non le taux directeur, et l'écart entre le taux affiché et le taux non assuré consenti a oscillé entre 1,3 et 2,6 points depuis 2013.

Source : Banque du Canada, API Valet, groupe A4_RATES_MORTGAGES (séries V122667780 et V122667786), séries V80691335 et V39079, téléchargées le 2026-10-31 (BANQUE DU CANADA 2026b ; BANQUE DU CANADA 2026c) ; script `analysis/python/figures/ch31_taux_bdc.py`.

prise en paiement requiert l'autorisation du tribunal lorsque le débiteur a déjà acquitté la moitié ou plus de l'obligation (art. 2778) (Québec 1991). Ces règles produisent les ventes en reprise de finance dont le chapitre 13 explique qu'elles ne sont pas des comparables ordinaires. La Loi sur l'intérêt, qui impose la composition semestrielle ou annuelle, est quant à elle fédérale et s'applique uniformément à tous les prêteurs au Canada (Canada 1985, art. 6). Textes consultés sur LégisQuébec et sur le site de la législation fédérale le 31 octobre 2026.

31.3 L'effet de levier

31.3.1 Levier sur le rendement courant

Considérons un investisseur qui achète un immeuble au prix V_0 avec un prêt $M_0 = MV_0$ de constante f et des fonds propres $E_0 = (1 - M)V_0$. La première année, l'immeuble produit $RNE_1 = RV_0$, où R est le taux de capitalisation sur le prix payé, et le service de la dette absorbe fM_0. Le rendement courant des fonds propres, ou **rendement courant**, est le flux après dette rapporté à la mise de fonds :

$$R_E = \frac{RNE_1 - f\,M_0}{V_0 - M_0} = \frac{R - Mf}{1 - M} = R + (R - f)\,\frac{M}{1 - M} = R + (R - f)\,\frac{D}{E}, \tag{31.13}$$

où $D/E = M/(1 - M)$ est le rapport dette sur fonds propres. La première égalité est la définition ; la deuxième divise numérateur et dénominateur par V_0 ; la troisième s'obtient en écrivant $R = R(1-M)/(1-M)$ et en regroupant. C'est l'inverse de la bande d'investissement du chapitre 29, et elle contient toute la théorie élémentaire du levier : le rendement des fonds propres est le rendement de l'actif, augmenté de l'écart entre le rendement de l'actif et le coût de la dette multiplié par le rapport dette sur fonds propres. Si $R > f$, le levier est **positif** au sens courant et chaque dollar emprunté enrichit le rendement des fonds propres ; si $R < f$, il est **négatif** et l'endettement appauvrit le rendement courant ; si $R = f$, le levier est neutre, quelle que soit la dette. La dérivée $\partial R_E/\partial M = (R - f)/(1 - M)^2$ a le signe de $R - f$ et croît en valeur absolue avec M : plus l'immeuble est endetté, plus un écart donné entre R et f se transmet violemment aux fonds propres.

Le cas 3 illustre le levier négatif sur le rendement courant. Sur la base de la valeur DCF, $R = RNE_1/V_0 = 89\,956/2\,208\,566 = 4{,}073\,\%$ et $f = 5{,}079\,\%$; avec $M = 66{,}83\,\%$, soit $D/E = 2{,}015$, la formule donne $R_E = 0{,}04073 + (0{,}04073 - 0{,}05079) \times 2{,}015 = 2{,}05\,\%$, exactement le rendement de 14 993 $ sur 732 606 $ obtenu au chapitre 30. Sur la base de la capitalisation directe, où le prix serait 2 037 503 $ avec le même prêt, $R = 4{,}415\,\%$, $M = 72{,}4\,\%$ et $R_E = 2{,}67\,\%$: l'acheteur qui paie la valeur par capitalisation directe fait un peu mieux, mais reste très en deçà du rendement courant qu'il obtiendrait sans dette. La figure 31.3, à droite, trace R_E en fonction du ratio prêt-valeur pour le cas 3 : la courbe décroît de 4,07 % à 0,05 % lorsque le ratio prêt-valeur passe de zéro à 80 %, et devient négative au-delà. Ce régime, où le taux de capitalisation est inférieur à la constante hypothécaire, est celui du marché multirésidentiel canadien depuis 2022 : il explique pourquoi les investisseurs y acceptent des rendements courants inférieurs à celui des obligations d'État, et pourquoi ils ne peuvent le faire que s'ils anticipent une croissance.

31.3.2 Levier sur le rendement total : la condition du levier positif

Le rendement total tient compte de la croissance du revenu, de la plus-value et du remboursement du capital. Pour une période unique, si l'actif rapporte un rendement total y (revenu plus variation de valeur, rapporté au prix) et que la dette coûte un taux effectif k, les fonds propres rapportent

$$y_E = y + (y - k)\,\frac{D}{E}, \tag{31.14}$$

par le même calcul que l'équation (31.13), où R est remplacé par y et f par k : la différence est que le remboursement du capital, compté comme un coût dans f, n'en est pas un dans k, puisqu'il accroît d'autant la part de l'investisseur dans l'immeuble, et que la plus-value, absente de R, est présente dans y. C'est pourquoi un immeuble peut présenter un levier négatif sur le revenu courant et positif sur le rendement total : il suffit que $R < f$ et $y > k$, et c'est le cas chaque fois que la croissance attendue est substantielle. La formulation à plusieurs périodes exige un énoncé plus précis, que voici.

Proposition 31.1 : Condition du levier positif sur le taux de rendement interne

Soit une série de flux avant dette $(-V_0, CF_1, \dots, CF_T + V_T^{\text{net}})$ dont le taux de rendement interne est y, et une dette dont les flux pour l'emprunteur sont $(+M_0, -SD_1, \dots, -SD_T - M_T)$, de taux de rendement interne k (le coût effectif de la dette). Si les flux des fonds propres, somme terme à terme des deux séries, sont conventionnels au sens où leur valeur actuelle nette est strictement décroissante du taux sur l'intervalle pertinent, alors le taux de rendement interne des fonds propres y_E vérifie

$$y_E > y \iff y > k, \qquad y_E = y \iff y = k, \qquad y_E < y \iff y < k.$$

Démonstration. Notons $VAN_P(r)$, $VAN_D(r)$ et $VAN_E(r) = VAN_P(r) + VAN_D(r)$ les valeurs actuelles nettes des trois séries au taux r. Par définition des taux de rendement interne, $VAN_P(y) = 0$ et $VAN_D(k) = 0$. La série de la dette, du point de vue de l'emprunteur, commence par un flux positif suivi de flux négatifs ; sa valeur actuelle nette est donc strictement croissante du taux d'actualisation, puisque les flux négatifs, plus éloignés, sont davantage réduits par une hausse du taux que le flux initial, qui ne l'est pas. Si $y > k$, alors $VAN_D(y) > VAN_D(k) = 0$, et $VAN_E(y) = 0 + VAN_D(y) > 0$; comme VAN_E est strictement décroissante et s'annule en y_E, il faut que $y_E > y$. Les deux autres cas se traitent de même, et les réciproques découlent de la stricte monotonie. □

La proposition dit que le levier est positif sur le rendement total si et seulement si le rendement de l'actif non endetté excède le coût effectif de la dette, et elle le dit sans supposer une période unique ni une croissance constante. Elle ne donne pas la valeur de y_E, que l'équation (31.14) n'approche que pour une période ; il faut la calculer numériquement, ce que fait `rendement_fonds_propres_levier`. Dans le cas 3, $y = 7{,}25\,\%$ par construction, puisque l'investisseur paie la valeur DCF. Le coût effectif de la dette mérite une précision : le taux effectif annuel du prêt est de $4{,}162\,4\,\%$, mais lorsque les douze paiements mensuels sont agrégés en un flux de fin d'année, comme le font les tableaux annuels des chapitres 30 et 47, le taux de rendement interne annuel de la série de la dette est légèrement inférieur, soit $k = 4{,}06\,\%$, parce que l'agrégation retarde fictivement les paiements. Quelle que soit la

mesure, $y = 7{,}25\,\%$ excède largement k, le levier est positif, et le TRI des fonds propres de 11,22 % calculé au chapitre 30 en est la manifestation ; la figure 31.3, à gauche, montre qu'il croît de 7,25 % à 15,2 % lorsque le ratio prêt-valeur passe de zéro à 85 %.

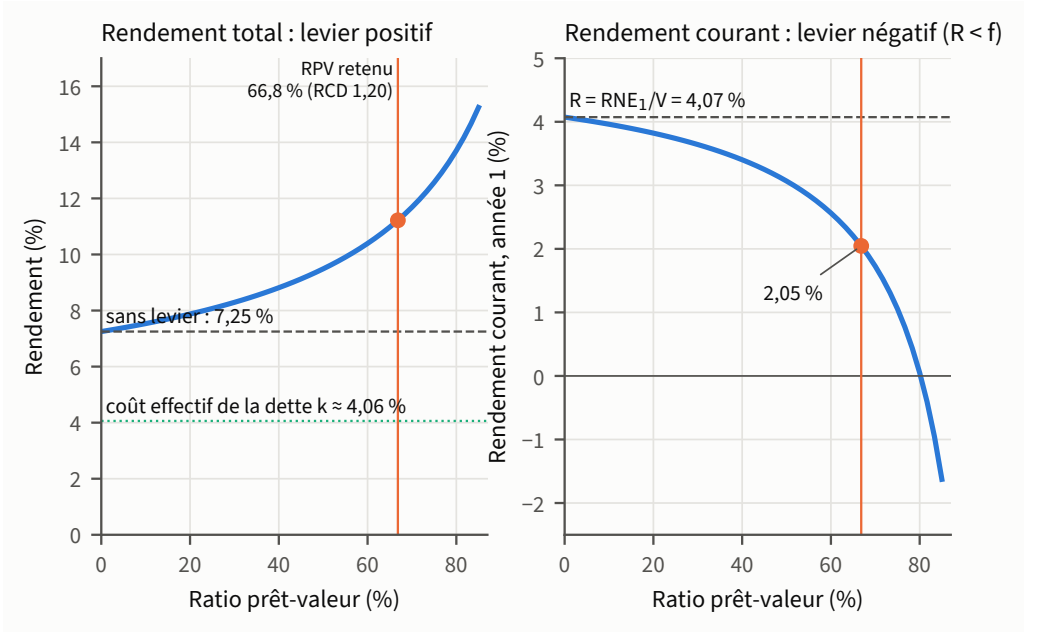


Figure 31.3. Levier financier dans le cas 3 (achat à la valeur DCF de 2 208 566 $, prêt à 4,12 % sur 480 mois, flux projetés du chapitre 30). Gauche : le TRI des fonds propres sur dix ans croît avec le ratio prêt-valeur parce que le rendement de l'actif (7,25 %) excède le coût effectif de la dette ($k \approx 4{,}06\,\%$) ; au RPV retenu de 66,8 %, il est de 11,22 %. Droite : le rendement courant de la première année décroît avec le ratio prêt-valeur parce que le taux de capitalisation sur le prix (4,07 %) est inférieur à la constante hypothécaire (5,08 %) ; au RPV retenu, il n'est que de 2,05 %.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch31_levier.py`, fonctions `ch31_financement.levier_par_rpv` et `traite.finance.rendement_fonds_propres_levier`, graine 20261031

31.3.3 Pourquoi le rattrapage des loyers rend le levier positif

La coexistence, dans le cas 3, d'un rendement courant de 2,05 % et d'un TRI des fonds propres de 11,22 % n'a rien de paradoxal : elle résulte de la composition du rendement total. Le rendement de 7,25 % de l'actif se décompose en un revenu courant de 4,07 % et une croissance de valeur de l'ordre de 3,2 % par an, qui provient elle-même du rattrapage des loyers contractuels vers le marché, de l'indexation et du levier opérationnel des dépenses, mécanismes que le chapitre 30 a détaillés. La dette ne coûte que 4,16 % ; l'écart de plus de trois points entre y et k, multiplié par un rapport dette sur fonds propres de deux, ajoute environ quatre points au rendement des fonds propres. Mais ce gain est entièrement différé : pendant les dix années de détention, le flux après dette couvre à peine les travaux et il est négatif les années de dépenses en capital, en 2027 et en 2032 ; c'est la revente, qui rapporte 3 113 338 $ nets contre un solde de 1 295 148 $, qui porte le rendement. L'investisseur endetté du cas 3 parie donc sur la réalisation des projections, et la section 31.7 montre ce qu'il en coûte si elles

ne se réalisent pas ou si le taux de renouvellement monte. Geltner et al. (2014) formulent ce résultat dans le langage de la décomposition du rendement en revenu et plus-value : le levier amplifie davantage la composante plus-value que la composante revenu, et il transforme un actif à revenu en un actif de croissance.

31.3.4 Levier et risque

Le levier n'amplifie pas que le rendement attendu. Si le rendement total de l'actif est une variable aléatoire d'écart-type σ_y et que la dette est sans risque, c'est-à-dire que k est fixe, l'équation (31.14) donne

$$\sigma_{y_E} = \sigma_y \left(1 + \frac{D}{E}\right) = \frac{\sigma_y}{1 - M}, \tag{31.15}$$

puisque la variance d'une transformation affine $a + b\,y$ est $b^2\sigma_y^2$ et que $1 + D/E = 1/(1 - M)$. L'écart-type du rendement des fonds propres est donc multiplié par $1/(1 - M)$: par 1,33 à un ratio prêt-valeur de 25 %, par 2 à 50 %, par 3,0 au ratio de 66,8 % du cas 3, par 4 à 75 % et par 6,7 à 85 %. Un immeuble dont le rendement total a un écart-type de 8 % par an, hypothèse illustrative, devient pour son propriétaire endetté aux deux tiers un placement d'écart-type 24 %, comparable à celui d'un portefeuille d'actions concentré. Les prêteurs le savent et c'est la raison d'être des ratios de la section 31.2 : le ratio de couverture limite la probabilité que le flux après dette devienne négatif, le ratio prêt-valeur limite la perte en cas de défaut. L'évaluateur, lui, doit retenir que le TRI des fonds propres n'est pas une mesure de valeur mais une mesure de pari, et que deux investisseurs qui paient le même prix avec des leviers différents obtiennent des rendements espérés et des risques très différents sur le même immeuble, sans que la valeur marchande en soit affectée. Les travaux de Duca et Ling (2020) montrent que la disponibilité du crédit et les primes de risque exigées par les prêteurs, plus que les fondamentaux locatifs, ont gouverné les cycles de valeur des immeubles de placement, précisément parce que le levier moyen du marché détermine qui peut payer combien.

31.4 Le prêt maximal

31.4.1 Laquelle des contraintes lie

Reprenons l'équation (31.8) pour le cas 3, dont les paramètres de financement sont ceux du dossier synthétique : ratio prêt-valeur maximal de 75 %, ratio de couverture minimal de 1,20, taux de 4,12 % composé semestriellement, amortissement de 480 mois, terme de cinq ans. Sur la valeur DCF de 2 208 566 $, la contrainte de ratio prêt-valeur autorise $0{,}75 \times 2\,208\,566 = 1\,656\,424$ $. La contrainte de couverture autorise un service de la dette maximal de $89\,956/1{,}20 = 74\,963$ $, donc un prêt de $74\,963/0{,}050789 = 1\,475\,959$ $. La couverture lie : le prêt retenu est de 1 475 959 $, soit un ratio prêt-valeur effectif de 66,83 %, et la mise de fonds de 732 606 $. L'équation (31.9) le confirme sans calculer les montants : $R/(RCD_{\min} f) = 0{,}04073/(1{,}20 \times 0{,}050789) = 66{,}8$ % sur la base DCF, et $0{,}04415/(1{,}20 \times 0{,}050789) = 72{,}4$ % sur la base de la capitalisation directe, dans les deux cas sous 75 %. Le tableau 31.5 rassemble les indicateurs du prêt retenu ; les chiffres sont ceux de `traite.cas3.financement`, identiques à ceux des chapitres 30 et 47.

Le point mort d'occupation est de 92,7 % : l'immeuble doit encaisser 92,7 % de son revenu brut potentiel contractuel pour payer ses dépenses, sa réserve et son service de la dette ;

Tableau 31.5. Dimensionnement du prêt du cas 3 sur la base de la valeur DCF et indicateurs de financement de la première année.

Élément	Montant ou ratio
Valeur de référence (DCF, chapitre 30) ($)	2 208 565,91
Revenu net d'exploitation de l'année 1 ($)	89 955,75
Prêt maximal par le RPV de 75 % ($)	1 656 424,43
Prêt maximal par le RCD de 1,20 ($)	1 475 959,45
Prêt retenu (contrainte liante : RCD) ($)	1 475 959,45
Ratio prêt-valeur effectif (%)	66,83
Mise de fonds ($)	732 606,46
Rapport dette sur fonds propres D/E	2,01
Paiement mensuel ($)	6 246,93
Service de la dette annuel ($)	74 963,13
Constante hypothécaire f (%)	5,078 9
Taux effectif annuel du prêt (%)	4,162 4
Coût effectif annuel k sur flux annuels agrégés (%)	4,06
Intérêts / capital de la première année ($)	60016 / 14947
Ratio de couverture de la dette, année 1	1,20
Flux après dette, année 1 ($)	14 992,63
Rendement courant des fonds propres, année 1 (%)	2,05
Point mort d'occupation, dépenses et réserve comprises (%)	92,7
Point mort d'occupation, hors réserve (%)	87,8
Solde à la fin du terme (60 mois) ($)	1 394 739,19
Solde à la revente (120 mois) ($)	1 295 148,22
TRI des fonds propres sur 10 ans (%)	11,22
TRI sans levier (%)	7,25

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, fonction `financement` (`traite.cas3.financement`, `traite.finance.Hypotheque`, `ratio_point_mort`, `rendement_fonds_propres_levier`).

la provision pour inoccupation et pertes étant de 3,9 %, la marge de sécurité n'est que de 3,4 points de revenu, soit environ cinq mois de loyer moyen perdus dans l'année. Un prêt dimensionné exactement au seuil de couverture laisse par construction une marge mince ; c'est la raison pour laquelle les prêteurs exigent un seuil supérieur à un, et pour laquelle 1,20 est devenu la norme du conventionnel.

31.4.2 Sensibilité du prêt maximal au taux, à l'amortissement et au seuil

Le prêt maximal par la couverture est inversement proportionnel à la constante et au seuil : $M^{RCD}_{\max} = RNE_1/(RCD_{\min} f)$. Le tableau 31.6 le fait varier pour le cas 3. Chaque point de taux retire entre 9 % et 14 % du prêt maximal, selon l'amortissement ; passer de 25 à 40 ans d'amortissement l'augmente de 26 % au taux de 4,12 % ; abaisser le seuil de 1,20 à 1,10 l'augmente de 9,1 %, le relever à 1,30 le réduit de 7,7 %. La lecture la plus utile est celle du ratio prêt-valeur implicite : au taux de 4,12 %, seul l'amortissement de 40 ans permet de dépasser 60 % de la valeur DCF, et aucune combinaison conventionnelle n'atteint 75 % ; il faut, pour s'en approcher, soit le taux de 3,12 % des années 2020-2021, soit les conditions d'un prêt assuré. C'est ce que le marché a vécu : la remontée des taux de 2022-2023 a réduit mécaniquement la dette disponible par dollar de revenu net d'un tiers environ, et les prix du multirésidentiel ont dû s'ajuster, ou les acheteurs apporter davantage de fonds propres.

Tableau 31.6. Prêt maximal par le ratio de couverture pour le cas 3 ($RNE_1 = 89\,956$ \$) selon le taux, l'amortissement et le seuil ; montants en dollars et, entre parenthèses, en pourcentage de la valeur DCF de 2 208 566 $.

Taux (%)	25 ans, 1,20	30 ans, 1,20	40 ans, 1,20	40 ans, 1,10	40 ans, 1,30
3,12	1 303 006 (59,0)	1 462 941 (66,2)	1 717 291 (77,8)	1 873 408 (84,8)	1 585 192 (71,8)
4,12	1 173 031 (53,1)	1 295 148 (58,6)	1 475 959 (66,8)	1 610 138 (72,9)	1 362 424 (61,7)
5,12	1 061 581 (48,1)	1 154 964 (52,3)	1 283 815 (58,1)	1 400 525 (63,4)	1 185 060 (53,7)
6,12	965 586 (43,7)	1 037 104 (47,0)	1 129 149 (51,1)	1 231 799 (55,8)	1 042 292 (47,2)

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, fonction `grille_pret_max` (`traite.finance.pret_max_par_rcd`). Composition semestrielle ; la contrainte de RPV de 75 % (1 656 424 $) ne lie dans aucune cellule sauf à 3,12 % sur 40 ans (RCD 1,20 et 1,10), où le prêt serait plafonné à 1 656 424 $.

31.4.3 Un test de résistance à la couverture

Les règles fédérales de qualification des emprunteurs résidentiels ne s'appliquent pas au crédit commercial, mais un prêteur prudent y transpose la logique du taux admissible en vérifiant que la couverture résiste à une hausse du taux. Le tableau 31.7 recalcule le service de la dette du prêt retenu au taux contractuel majoré de 100, 200 et 300 points de base et le prêt que le prêteur consentirait s'il qualifiait au taux majoré. Au taux majoré de deux points, analogue à la règle B-20, le service de la dette passe de 74 963 $ à 97 988 $ et la couverture tombe à 0,92 : le revenu net de la première année ne couvrirait plus la dette. Un prêteur qui exigerait 1,20 à ce taux ne prêterait que 1 129 149 $, soit 51,1 % de la valeur, et la mise de fonds requise passerait de 732 606 $ à 1 079 417 $. Ce résultat n'est pas une prédiction, puisque le revenu net croît pendant le terme et que le test porte sur l'année 1 ; la section 31.5 traite le renouvellement au terme avec les revenus projetés et obtient une image moins sombre. Mais il montre que, dans un marché où le taux de capitalisation est inférieur à la constante, la

couverture est la variable de contrôle du crédit et que son test de résistance domine toutes les autres considérations du prêteur.

Tableau 31.7. Test de résistance de la couverture : service de la dette du prêt retenu (1 475 959 $, 480 mois) au taux contractuel majoré, et prêt maximal si la qualification se faisait au taux majoré (RCD 1,20, RNE_1 de l'année 1).

Scénario	Taux (%)	f	Serv. dette ($)	RCD an 1	Prêt max. qualifié ($)	RPV (%)
Taux contractuel	4,12	0,050 8	74 963	1,200	1 475 959	66,8
+100 points de base	5,12	0,058 4	86 183	1,044	1 283 815	58,1
+200 points de base (B-20)	6,12	0,066 4	97 988	0,918	1 129 149	51,1
+300 points de base	7,12	0,074 7	110 279	0,816	1 003 298	45,4

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, fonction `stress_rcd`. Le taux admissible minimal du BSIF (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b) vise les emprunteurs résidentiels ; sa transposition au crédit commercial est une pratique, non une règle.

31.4.4 La variante assurée

Le tableau 31.8 applique au cas 3, sur la même valeur DCF et au même taux de 4,12 %, les conditions d'APH Select à 50, 70 et 100 points : ratio de couverture de 1,10, ratio prêt-valeur maximal de 85 % et amortissement de 40, 45 ou 50 ans. La couverture lie encore : le service de la dette maximal passe de 74 963 $ à 89 956/1,10 = 81 778 $, et le prêt à 1 610 138 $ sur 40 ans (72,9 % de la valeur), 1 682 397 $ sur 45 ans (76,2 %) et 1 741 328 $ sur 50 ans (78,8 %). La mise de fonds tombe de 732 606 $ à 467 238 $ dans la formule la plus généreuse, soit une économie de 265 000 $ de fonds propres ; en contrepartie, la prime d'assurance, de 4,10 % du prêt sur 40 ans (3,35 % pour la tranche de ratio prêt-valeur jusqu'à 75 %, plus trois surprimes de 0,25 %), de 5,35 % sur 45 ans et de 5,60 % sur 50 ans, coûte de 66 016 $ à 97 514 $, à quoi s'ajoutent les droits de demande et les engagements d'abordabilité ou de performance énergétique qui conditionnent les points. Si la prime est capitalisée au prêt, le service de la dette augmente d'autant et la couverture effective descend sous 1,10. Le chapitre 47 reprend ce calcul sur la valeur finale réconciliée du dossier, ce qui en modifie les montants sans en changer la lecture : l'assurance déplace le financement du multirésidentiel vers des ratios qu'aucun prêteur conventionnel n'accepterait, à un coût explicite et sous des conditions que l'évaluateur ne doit pas prêter à l'acheteur typique.

Tableau 31.8. Variante APH Select pour le cas 3 sur la valeur DCF (2 208 566 $), taux 4,12 %, RCD minimal 1,10, RPV maximal 85 % : prêt, ratio prêt-valeur, mise de fonds et prime d'assurance selon l'amortissement.

Formule	Prêt ($)	RPV (%)	Serv. dette ($)	Mise ($)	Prime (%)	Prime ($)
Conventionnel 40 ans (RPV 75 %, RCD 1,20)	1 475 959	66,8	74 963	732 606	—	—
APH Select 50 points, 40 ans	1 610 138	72,9	81 778	598 428	4,10	66 016
APH Select 70 points, 45 ans	1 682 397	76,2	81 778	526 168	5,35	90 008
APH Select 100 points, 50 ans	1 741 328	78,8	81 778	467 238	5,60	97 514

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, fonctions `aph_select` et `prime_aph` ; barème Société canadienne d'hypothèques et de logement (2026d), conditions Société canadienne d'hypothèques et de logement (2026a), consultés le 2026-10-31 ; admissibilité de l'immeuble au programme non vérifiée.

31.5 Le renouvellement au terme

31.5.1 Le calcul exact

À l'échéance du terme de n_1 mois, le solde M_{n_1} est renouvelé au taux alors en vigueur i', sur l'amortissement résiduel $N - n_1$. Le nouveau paiement se calcule par l'équation (31.3) appliquée au solde, avec le nouveau taux périodique $i'_m = (1 + i'/2)^{1/6} - 1$:

$$PMT' = M_{n_1} \frac{i'_m}{1 - (1 + i'_m)^{-(N - n_1)}}, \qquad SD' = 12\, PMT'. \tag{31.16}$$

Deux approximations courantes s'écartent de ce calcul. La première applique le nouveau taux au capital initial sur l'amortissement initial, comme si le prêt avait été consenti dès l'origine au taux renouvelé ; c'est ce qu'a fait, faute de mieux, le scénario de hausse des taux du chapitre 30. Elle surestime le service de la dette après le terme, parce que le solde renouvelé est inférieur au capital initial, et elle attribue à tort aux premières années un coût qu'elles n'ont pas supporté. La seconde approximation conserve le paiement et allonge l'amortissement ; elle décrit une pratique de certains prêteurs sur les prêts résidentiels à taux variable, mais elle ne correspond pas au renouvellement d'un terme fixe et elle masque la hausse du coût. Le calcul exact est simple et la bibliothèque le fait en une ligne : il n'y a aucune raison de s'en passer.

31.5.2 Application au cas 3

Dans le cas 3, le solde à la fin du terme de cinq ans est de 1 394 739 $ et l'amortissement résiduel de 420 mois. Le tableau 31.9 renouvelle ce solde au taux initial et à trois taux majorés de 100, 200 et 300 points de base, et il suit les conséquences jusqu'à la revente de l'année 10, avec les revenus nets projetés du chapitre 30. Au taux inchangé, le paiement reste de 6 246,93 $ par construction, et la couverture de l'année 6 est de 1,746 : la croissance du revenu net pendant le premier terme a presque relevé la couverture de moitié. Une hausse de 100 points de base porte le paiement à 7 098,10 $ et le service de la dette à 85 177 $, soit 13,6 % de plus ; de 200 points, à 7 993,35 $ et 95 920 $ (28,0 %) ; de 300 points, à 8 926,64 $ et 107 120 $ (42,9 %). La couverture de l'année 6 descend à 1,537, 1,365 et 1,222 respectivement : même à +300 points de base, elle reste au-dessus du seuil de 1,20 exigé à l'origine, et elle remonte ensuite avec le revenu net pour atteindre 1,434 à l'année 10. Le flux après dette de l'année 6 passe de 55 927 $ à 23 770 $ dans le scénario le plus défavorable, et le solde à la revente, qui dépend du nouveau taux par la décomposition intérêts-capital, monte de 1 295 148 $ à 1 339 493 $ parce qu'une plus grande part de chaque paiement va aux intérêts. Le TRI des fonds propres recule de 11,22 % à 10,78 %, 10,32 % et 9,86 % : le levier reste positif dans tous les cas, puisque le coût effectif de la dette sur l'ensemble de l'horizon, cinq ans à 4,12 % puis cinq ans au taux renouvelé, ne dépasse pas 5,3 % même dans le scénario à +300 points de base, loin du rendement de 7,25 % de l'actif ; mais l'avantage sur le rendement des fonds propres se réduit de quatre points à deux points et demi.

La comparaison avec l'approximation du chapitre 30 est instructive. En appliquant le taux majoré dès l'origine, on surestimait le service de la dette après le terme de 1 000 $ à 3 200 $ par année, on imposait aux cinq premières années un coût qu'elles n'ont pas eu, et l'on concluait à un TRI des fonds propres de 8,81 % au lieu de 10,32 % pour une hausse de 200 points de base, soit une erreur d'un point et demi sur le rendement. L'approximation a donc

Tableau 31.9. Renouvellement exact du prêt du cas 3 à l'échéance du terme (solde 1 394 739 $, amortissement résiduel 420 mois) selon le taux renouvelé, et comparaison avec l'approximation du chapitre 30 (taux majoré appliqué dès l'origine) ; achat à la valeur DCF, revenus projetés de base.

	Inchangé	+100 pb	+200 pb	+300 pb
Taux renouvelé (%)	4,12	5,12	6,12	7,12
Paiement mensuel renouvelé ($)	6 246,93	7 098,10	7 993,35	8 926,64
Service de la dette, années 6 à 10 ($)	74 963	85 177	95 920	107 120
Hausse du service de la dette (%)	0,0	13,6	28,0	42,9
Intérêts de l'année 6 ($)	56 636	70 319	83 962	97 560
RCD année 6	1,746	1,537	1,365	1,222
RCD année 10	2,049	1,803	1,601	1,434
Flux après dette, année 6 ($)	55 927	45 713	34 970	23 770
Solde à la revente, année 10 ($)	1 295 148	1 312 332	1 327 042	1 339 493
TRI des fonds propres, calcul exact (%)	11,22	10,78	10,32	9,86
Approx. chapitre 30 : service de la dette dès l'origine ($)	74 963	86 183	97 988	110 279
Approx. chapitre 30 : TRI des fonds propres (%)	11,22	10,03	8,81	7,57

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, fonction `renouvellement` (`traite.finance.Hypotheque`, `tri`) ; revenus nets de `traite.cas3.projection_dcf`, graine 20261031.

le mérite de la prudence, mais elle ne mesure pas le risque réel du renouvellement, qui est le risque d'une hausse appliquée à un solde réduit, pendant cinq ans seulement, sur un revenu qui a crû. Le calcul exact permet aussi de poser la question inverse : quelle hausse du taux ramènerait la couverture de l'année 6 à 1,20, puis à 1,00 ? La bissection donne +317 points de base, soit un taux de 7,29 %, pour le seuil de 1,20, et +502 points de base, soit 9,14 %, pour le point mort de la dette. Le second seuil excède le taux affiché de 6,19 % d'octobre 2026 et dépasse tout taux consenti depuis 2008 ; le premier est plausible dans un scénario de choc. Ces deux nombres, et non le seul TRI, sont ce qu'un rapport destiné à un prêteur ou à un investisseur devrait mettre en évidence.

31.6 Exemple intégral : le financement du cas 3

Exemple 31.1 : Financement de l'immeuble de douze logements de Rosemont

Tous les chiffres de cette section et des précédentes relatifs au cas 3 sont calculés par `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, qui appelle `traite.cas3.tout` pour la valeur, les revenus nets projetés et le prêt, `traite.finance` pour la mécanique hypothécaire et les fonctions du chapitre 30 pour les flux après dette. Le script imprime chaque valeur citée et le test `analysis/python/tests/test_ch31.py` en vérifie les identités.

Données synthétiques

Le cas 3 est un immeuble *fictif* de douze logements de Rosemont–La Petite-Patrie, à Montréal (`data/synthetic/cas3_montreal_*`, générés par `analysis/python/traite/synth.py`, graine 20261031). Les paramètres de financement du dossier, soit un ratio prêt-valeur maximal de 75 %, un ratio de couverture minimal de 1,20, un taux de 4,12 % composé semestriellement, un amortissement de 480 mois et un terme de cinq ans, sont des hypothèses pédagogiques calibrées sur le taux effectif des fonds avancés assurés à taux fixe de cinq ans et plus publié par la Banque du Canada pour août 2026 et sur les conditions usuelles des prêteurs ; ils ne décrivent aucune offre de prêt réelle. Les taux du tableau 31.4 sont réels et datés.

La démarche du financement se déroule en six étapes que le lecteur retrouvera dans tout dossier. La première est la conversion du taux : 4,12 % composé semestriellement donne un taux mensuel de 0,340 42 % et un taux effectif de 4,162 4 % ; la constante sur 480 mois est de 5,078 9 %. La deuxième est le dimensionnement : le prêt maximal par le ratio prêt-valeur est de 1 656 424 $, par la couverture de 1 475 959 $; la couverture lie et le prêt retenu représente 66,83 % de la valeur DCF, pour une mise de fonds de 732 606 $. La troisième est le service de la dette : paiement de 6 246,93 $, service annuel de 74 963 $, dont 60 016 $ d'intérêts et 14 947 $ de capital la première année ; le solde est de 1 394 739 $ à la fin du terme et de 1 295 148 $ à la revente. La quatrième est la lecture du levier : le taux de capitalisation sur le prix, 4,07 %, est inférieur à la constante, 5,08 %, et le rendement courant des fonds propres n'est que de 2,05 % ; mais le rendement de l'actif, 7,25 %, excède le coût effectif de la dette, 4,16 %, et le TRI des fonds propres atteint 11,22 %. La cinquième est le renouvellement : une hausse de 200 points de base au terme porte le service de la dette à 95 920 $, la couverture de l'année 6 à 1,365 et le TRI des fonds propres à 10,32 %. La sixième est la sensibilité, objet de la section suivante.

Le tableau 31.10 ferme l'exemple en faisant varier le seul ratio prêt-valeur, tout le reste étant fixé. On y lit le double visage du levier. À mesure que le ratio prêt-valeur monte, la mise de fonds baisse, le TRI des fonds propres monte de 7,25 % à 15,24 %, mais la couverture de la première année descend de l'infini à 0,94, le rendement courant de 4,07 % à −1,63 % et le flux des fonds propres le plus bas de l'horizon, celui de l'année des travaux de 2027, s'enfonce de −13 531 $ à −80 834 $. Au ratio de 75 % que le prêteur offrait, la couverture ne serait que de 1,07 et le propriétaire devrait apporter 69 617 $ l'année des travaux ; à 85 %, le flux après dette est négatif dès la première année. Le ratio de 66,8 % imposé par la couverture n'est donc pas une contrainte arbitraire du prêteur ; c'est le point où le revenu de l'immeuble porte encore la dette avec une marge, et un investisseur prudent ne chercherait pas à le dépasser même si on le lui permettait.

31.7 Analyse de sensibilité

Le financement dépend de trois paramètres que le prêteur et le marché fixent et que l'analyste doit faire varier : le taux, la période d'amortissement et le seuil de couverture. La figure 31.4 montre, pour le prêt retenu du cas 3, le service de la dette et la couverture de la première année en fonction du taux, pour trois amortissements. Les deux panneaux se lisent ensemble. À 40 ans d'amortissement, chaque point de taux ajoute de 10 000 $ à 13 000 $ au

Tableau 31.10. Effet du ratio prêt-valeur sur le financement du cas 3 (achat à la valeur DCF, prêt à 4,12 % sur 480 mois, flux projetés de base) ; la ligne du RPV de 66,8 % est le prêt retenu, plafonné par la couverture.

RPV (%)	Prêt ($)	Mise ($)	Serv. dette ($)	RCD an 1	Rend. cour. (%)	TRI FP (%)	Flux FP min. ($)
0,0	0	2 208 566	0	—	4,07	7,25	14 512
25,0	552 141	1 656 424	28 043	3,21	3,74	8,07	−13 531
50,0	1 104 283	1 104 283	56 086	1,60	3,07	9,49	−41 574
60,0	1 325 140	883 426	67 303	1,34	2,56	10,39	−52 791
66,8	1 475 959	732 606	74 963	1,20	2,05	11,22	−60 451
70,0	1 545 996	662 570	78 520	1,15	1,73	11,69	−64 008
75,0	1 656 424	552 141	84 129	1,07	1,06	12,57	−69 617
80,0	1 766 853	441 713	89 737	1,00	0,05	13,71	−75 225
85,0	1 877 281	331 285	95 346	0,94	−1,63	15,24	−80 834

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch31_financement.py`, fonction `levier_par_rpv`. Le flux des fonds propres minimal est celui de l'année 2027 (travaux de 85 000 $), hors année de revente.

service de la dette annuel et retire de 0,09 à 0,20 à la couverture ; la couverture passe sous 1,20 dès que le taux dépasse 4,12 %, puisque le prêt a été dimensionné exactement au seuil, et sous 1,00 à partir de 5,5 % environ. À 25 ans, le même prêt ne serait couvert qu'à 0,95 au taux de base et aurait exigé un taux inférieur à 2,0 % pour atteindre 1,20. L'allongement de l'amortissement est donc la variable d'ajustement par laquelle le marché a absorbé la hausse des taux : à service de la dette égal, passer de 25 à 40 ans compense une hausse d'environ 210 points de base.

Trois enseignements se dégagent de l'ensemble des sensibilités du chapitre. D'abord, la couverture est la contrainte liante dans tout le domaine plausible des paramètres de 2026 : le tableau 31.6 ne trouve aucune combinaison conventionnelle où le ratio prêt-valeur de 75 % limite le prêt, et seuls un taux de 3,12 % ou des conditions assurées s'en approchent. Ensuite, l'effet du taux sur le prêt maximal est presque linéaire, de 9 % à 14 % par point selon l'amortissement, tandis que l'effet de l'amortissement est concave : passer de 25 à 30 ans apporte 10 %, de 30 à 40 ans 14 %, et les prolongations à 45 ou 50 ans n'ajoutent plus que 4,5 % et 3,5 %. Enfin, le TRI des fonds propres est robuste au renouvellement tant que le revenu net croît comme projeté, mais il est très sensible au ratio prêt-valeur initial, qui est le vrai levier au sens étymologique : la décision d'endettement est prise une fois, à l'achat, et elle détermine le risque de tout l'horizon. C'est pourquoi le chapitre 40 fera varier conjointement, par simulation, la croissance des loyers, le taux terminal et le taux de renouvellement : la section 31.5 a montré qu'un choc de 300 points de base reste absorbable si le rattrapage des loyers se réalise, et le chapitre 30 qu'un rattrapage plus lent ramène la couverture vers 1,0 ; c'est la conjonction des deux qui met l'investisseur endetté en difficulté.

Erreurs fréquentes

- **Appliquer la composition mensuelle à un taux canadien.** Un taux de 4,12 % composé semestriellement donne un taux mensuel de 0,340 42 %, non 0,343 33 % ; l'erreur surestime le service de la dette de 0,5 % et sous-estime la couverture d'autant,

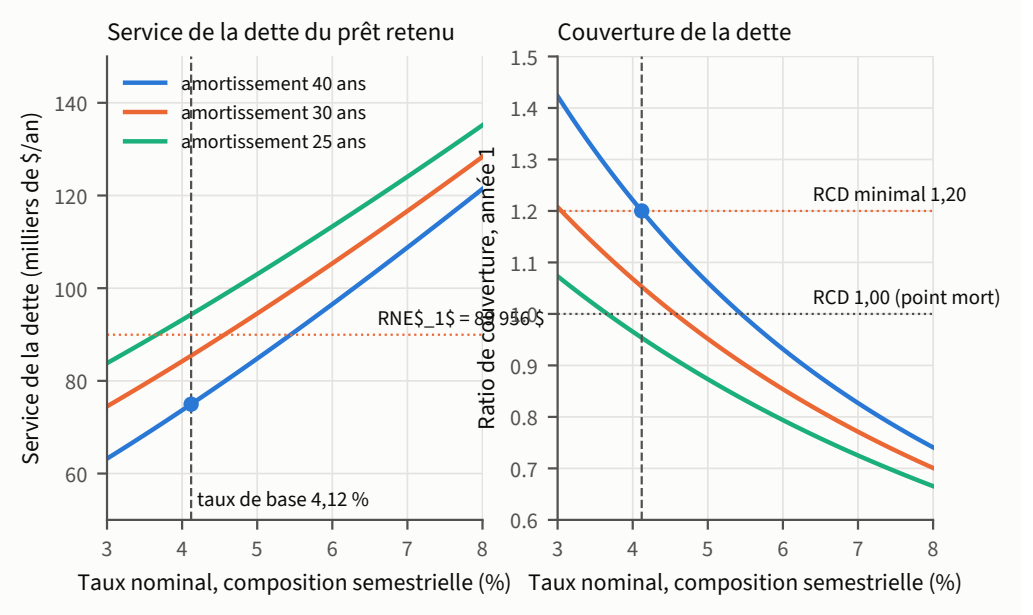


FIGURE 31.4. Sensibilité du financement du cas 3 au taux et à l'amortissement, pour le prêt retenu de 1 475 959 $. Gauche : service de la dette annuel selon le taux nominal (composition semestrielle), pour des amortissements de 25, 30 et 40 ans ; le pointillé horizontal est le revenu net de la première année. Droite : ratio de couverture correspondant ; le prêt, dimensionné au seuil de 1,20 à 4,12 % sur 40 ans, descend sous ce seuil à tout taux supérieur et sous 1,00 au-delà de 5,5 % environ.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch31_service_dette.py`, fonction `ch31_financement.sensibilite_service_dette`, graine 20261031

ce qui suffit à faire échouer un prêt dimensionné au seuil.

- **Confondre terme et amortissement.** Le paiement se calcule sur l'amortissement, le risque de taux se mesure au terme ; un « prêt de cinq ans » canadien n'est pas remboursé en cinq ans, et le solde au terme est de 94,5 % du capital dans le cas 3.
- **Juger le levier sur le seul rendement courant.** $R < f$ ne signifie pas que l'emprunt appauvrit l'investisseur : la condition du levier positif sur le rendement total est $y > k$, et dans le cas 3 un rendement courant de 2,05 % coexiste avec un TRI des fonds propres de 11,22 %. Inversement, un TRI élevé n'est pas une mesure de valeur mais de pari ; l'écart-type des fonds propres est multiplié par $1/(1 - M)$.
- **Supposer que le ratio prêt-valeur lie.** En 2026, pour tout immeuble dont le taux de capitalisation est inférieur à $RCD_{\min} f RPV_{\max} \approx 4{,}57\,\%$, c'est la couverture qui plafonne le prêt ; le ratio prêt-valeur effectif est alors un résultat, non un intrant.
- **Approximer le renouvellement en appliquant le nouveau taux dès l'origine.** Le nouveau paiement se calcule sur le solde au terme et l'amortissement résiduel ; l'approximation exagère le service de la dette et sous-estime le TRI des fonds propres d'un point et demi dans le cas 3 à +200 points de base.
- **Incorporer un financement privilégié dans la valeur marchande.** Les conditions d'APH Select, à 85 % ou 95 % avec une couverture de 1,10, ne sont pas celles de l'acheteur typique et elles sont assorties d'engagements qui limitent les loyers ; la valeur marchande est celle d'un paiement comptant ou d'un financement aux conditions du marché.
- **Oublier la réserve dans le ratio de couverture, ou l'y compter deux fois.** Le revenu net servant à la couverture doit être celui de la convention déclarée ; un ratio calculé avant réserve est plus flatteur de 0,11 dans le cas 3, et l'écart doit être signalé.

Limites et mises en garde

Les règles de ce chapitre sont datées. Le taux admissible minimal, les limites prêt-revenu, le plafond de prix assurable et les conditions d'APH Select ont tous changé entre 2022 et 2026 et changeront encore ; chaque chiffre cité porte sa date de consultation et doit être revérifié à la date de toute analyse. La ligne directrice B-20 consultée est la version de 2017 ; aucune version révisée n'a été trouvée au 31 octobre 2026, mais le BSIF en annonçait la révision depuis plusieurs années. Les cellules des niveaux 70 et 100 points d'APH Select ont été partiellement déduites de la mise en page de la source et doivent être confirmées. Les taux des fonds avancés publiés par la Banque du Canada décrivent les prêts résidentiels, assurés et non assurés, des banques à charte ; aucune série publique ne donne le taux des prêts aux immeubles collectifs, et le taux de 4,12 % du cas 3 est un repère, non une observation du marché du multirésidentiel. La Banque du Canada ne précise pas la convention de composition de ces taux, que l'ouvrage suppose semestrielle. Les paramètres de financement du cas 3, y compris le seuil de 1,20, le ratio de 75 % et l'amortissement de 40 ans, sont des hypothèses pédagogiques ; les conditions réelles dépendent du prêteur, de l'emprunteur, de l'immeuble et de l'assurance. La théorie du levier présentée suppose une dette sans risque et un investisseur avant impôt ; la déductibilité des intérêts modifie le coût effectif de la dette après impôt et

renforce le levier, mais la fiscalité est hors du champ de l'ouvrage. Enfin, le traitement exact du renouvellement suppose que le prêteur renouvelle au taux du marché sans renégocier le montant ; en pratique, un prêteur peut exiger un remboursement partiel si la couverture a chuté, et un assureur public peut imposer ses propres conditions, scénarios que le chapitre 40 explore.

À retenir

- Loi sur l'intérêt, art. 6 : le taux hypothécaire canadien est nominal et composé semestriellement ; $i_m = (1 + i/2)^{1/6} - 1$, $i_{\text{eff}} = (1 + i/2)^2 - 1$. À 4,12 % : $i_m = 0{,}340\,42\,\%$, $i_{\text{eff}} = 4{,}162\,4\,\%$; la convention américaine surestime le service de la dette de 0,5 %.
- Paiement $PMT = M_0\, i_m / [1 - (1 + i_m)^{-N}]$; solde $M_k = M_0\,[(1 + i_m)^N - (1 + i_m)^k]/[(1 + i_m)^N - 1]$; constante $f = 12\,PMT/M_0$, soit 5,079 % à 4,12 % sur 40 ans. Le terme (cinq ans) fixe le taux ; l'amortissement (40 ans) fixe le paiement.
- $RPV = M_0/V_0$, $RCD = RNE_1/SD$, $M_{\max} = \min(RPV_{\max} V_0,\ RNE_1/(RCD_{\min} f))$; la couverture lie si $R < RCD_{\min} f RPV_{\max}$, soit 4,57 % en 2026 : cas 3, prêt de 1 475 959 $, RPV effectif 66,8 %, mise de fonds 732 606 $.
- Cadre fédéral : B-20 (RPV $\leq$ 80 % sans assurance, évaluation indépendante), taux admissible $\max(i + 2\,\%,\ 5{,}25\,\%)$, limites prêt-revenu à 4,5 fois ; résidentiel assuré : mise de fonds 5 %/10 % jusqu'à 1 500 000 $, 30 ans pour premiers acheteurs et neuf ; collectifs : APH Select, RPV 85 à 95 %, 40 à 50 ans, RCD 1,10, primes de 2,60 % à 6,15 % plus 0,25 % par cinq ans au-delà de 25.
- Levier courant : $R_E = R + (R - f)\,D/E$, négatif si $R < f$ (cas 3 : 2,05 %) ; levier total : $y_E > y \iff y > k$, positif dans le cas 3 (TRI des fonds propres 11,22 % contre 7,25 %) parce que le rattrapage des loyers porte le rendement de l'actif au-dessus du coût de la dette ; le risque est multiplié par $1/(1 - M)$.
- Renouvellement : $PMT' = M_{n_1}\, i'_m / [1 - (1 + i'_m)^{-(N - n_1)}]$ sur le solde au terme ; cas 3 à +200 pb : service de la dette 95 920 $, RCD de l'année 6 1,365, TRI des fonds propres 10,32 % ; la couverture ne retombe à 1,20 qu'à +317 pb.
- Sensibilité : un point de taux retire de 9 % à 14 % du prêt maximal ; passer de 25 à 40 ans d'amortissement l'augmente de 26 % ; le ratio prêt-valeur initial, choisi une fois, gouverne le risque de tout l'horizon.

Exercices

Exercice 31.1 — Deux conventions pour un même taux ★

Un prêt de 850 000 $ est consenti au taux nominal de 4,58 % et amorti sur 300 mois. (a) Calculer le taux mensuel et le taux effectif annuel selon la convention canadienne (composition semestrielle) et selon la convention américaine (composition mensuelle). (b) Calculer le paiement mensuel, le service de la dette annuel et la constante hypothécaire dans chaque convention, et l'écart annuel. (c) Calculer le solde après 60 mois dans chaque convention. (d) Dans quel sens un tableur américain biaise-t-il le ratio de

couverture d'un prêt canadien ?

Exercice 31.2 — Terme, amortissement et constitution de fonds propres ★

Un prêt de 1 000 000 $ à 4,12 % (composition semestrielle) est amorti sur 480 mois avec un terme de cinq ans. (a) Calculer le paiement mensuel et le service de la dette annuel. (b) Calculer le solde à la fin du terme et après dix ans, puis la part du capital remboursée pendant le terme. (c) Calculer les intérêts et le capital de la première année. (d) Calculer le total des intérêts payés sur quarante ans et le comparer au total sur un amortissement de 300 mois ; commenter l'arbitrage entre service de la dette annuel et coût total.

Exercice 31.3 — Prêt maximal et contrainte liante ★★

Un immeuble de seize logements a un revenu net d'exploitation normalisé de 120 000 $ et une valeur estimée de 2 600 000 $. Un prêteur conventionnel offre un ratio prêt-valeur maximal de 75 %, exige un ratio de couverture d'au moins 1,25, au taux de 4,58 % (composition semestrielle) amorti sur 360 mois. (a) Calculer la constante hypothécaire et le prêt maximal selon chaque contrainte ; laquelle lie ? Quel est le ratio prêt-valeur effectif ? (b) Un prêt assuré APH Select à 50 points offre un ratio prêt-valeur de 85 %, un ratio de couverture de 1,10, un taux de 4,12 % et un amortissement de 480 mois ; recalculer le prêt maximal et la contrainte liante. (c) Calculer la prime d'assurance selon le barème de la section 31.2 et l'exprimer en dollars. (d) De combien la mise de fonds diminue-t-elle entre les deux formules, et qu'achète cette diminution ?

Exercice 31.4 — Levier courant positif, négatif et neutre ★★

Un immeuble se capitalise à $R = 5{,}2\,\%$ sur son prix. (a) Calculer le rendement courant des fonds propres R_E pour des ratios prêt-valeur de 0, 50 %, 70 % et 80 % si la constante hypothécaire est de 6,0 %, puis si elle est de 4,5 %. (b) Tracer mentalement ou sur papier R_E en fonction de M dans les deux cas et expliquer la forme des courbes à partir de la dérivée $\partial R_E / \partial M$. (c) Pour quelle constante le levier est-il neutre ? (d) Un investisseur dont le levier courant est négatif peut-il néanmoins avoir raison d'emprunter ? Énoncer la condition.

Exercice 31.5 — Mise de fonds minimale, taux admissible et ratio prêt-revenu ★★

Un ménage achète un duplex qu'il habitera au prix de 720 000 $ avec un prêt assuré. (a) Calculer la mise de fonds minimale selon la règle fédérale du 15 décembre 2024 et le prêt correspondant. (b) Le taux contractuel est de 4,58 % ; calculer le taux admissible minimal du BSIF. (c) Calculer le paiement mensuel sur 300 mois au taux contractuel et au taux admissible ; de combien le paiement de qualification excède-t-il le paiement réel ? (d)

Quel revenu annuel le ménage devrait-il déclarer pour que le prêt ne dépasse pas 4,5 fois son revenu ? (e) Expliquer pourquoi la limite prêt-revenu du BSIF ne s'applique pas à ce prêt en particulier.

Exercice 31.6 — Renouvellement exact du prêt du cas 3 ★★★

Le prêt du cas 3 (1 475 959 $, 4,12 %, 480 mois, terme de cinq ans) est renouvelé au terme à un taux supérieur de 150 points de base. À l'aide de `traite.finance.Hypotheque` ou en reproduisant les formules du chapitre : (a) calculer le solde au terme et l'amortissement résiduel ; (b) calculer le nouveau paiement mensuel, le nouveau service de la dette annuel et sa hausse en dollars et en pourcentage ; (c) calculer le ratio de couverture des années 6 et 10 avec les revenus nets projetés du chapitre 30 (130 890 $ et 153 581 $) et le flux après dette de l'année 6 ; (d) calculer le solde à la revente de l'année 10 et le TRI des fonds propres si l'immeuble a été acheté à la valeur DCF ; (e) comparer ce TRI à celui qu'on obtiendrait en appliquant le taux majoré dès l'origine et expliquer l'écart.

Exercice 31.7 — Choisir son levier ★★★

Un investisseur hésite, pour le cas 3, entre un ratio prêt-valeur de 50 % et un ratio de 85 % (ce dernier supposé disponible par assurance, au même taux de 4,12 % et sur 480 mois, prime ignorée). (a) Pour chaque ratio, calculer le prêt, la mise de fonds, le service de la dette, le ratio de couverture de la première année, le rendement courant et le flux après dette de la première année. (b) Calculer le TRI des fonds propres sur dix ans dans chaque cas, achat à la valeur DCF, avec les flux projetés de base (ou reprendre le tableau 31.10). (c) Vérifier la condition de la proposition du chapitre : le coût effectif annuel de la dette sur flux annuels agrégés est de 4,06 % ; expliquer pourquoi le TRI des fonds propres croît avec le levier. (d) Calculer le multiplicateur de risque $1/(1-M)$ dans chaque cas et le flux des fonds propres le plus bas de l'horizon ; quel investisseur, et avec quelle réserve de liquidités, peut raisonnablement choisir 85 % ?

Pour aller plus loin

Brueggeman et Fisher (2022), *Real Estate Finance and Investments*, demeure la référence nord-américaine sur la mécanique des prêts hypothécaires, les ratios des prêteurs, le levier positif et négatif et l'analyse des flux après financement ; le lecteur canadien devra y remplacer systématiquement la composition mensuelle par la composition semestrielle, ce que ce chapitre a voulu rendre réflexe. Geltner et al. (2014), *Commercial Real Estate Analysis and Investments*, offrent le traitement le plus rigoureux de l'effet de levier sur le rendement et le risque, de la décomposition en revenu et plus-value et du coût moyen pondéré du capital immobilier ; leur distinction entre le levier sur le rendement courant et sur le rendement total est celle qui structure la section 31.3. Fisher et Martin (2007) présentent les formules de couverture et de bande d'investissement dans une perspective d'évaluation, et Appraisal Institute (2026) les conventions de l'Appraisal Institute sur le traitement

du financement dans l'approche par le revenu. Sur le plan empirique, Duca et Ling (2020) montrent comment la disponibilité du crédit et le capital réglementaire des prêteurs ont gouverné le cycle des immeubles de placement, et Poterba (1984) a formalisé le coût d'usage du logement en intégrant le financement et la fiscalité, cadre que le chapitre 3 a introduit et que les analyses de la demande des propriétaires-occupants du chapitre 32 prolongent. Les sources institutionnelles citées dans ce chapitre, soit la ligne directrice B-20 et les pages du BSIF sur le taux admissible et les limites prêt-revenu (Bureau du surintendant des institutions financières 2017 ; Bureau du surintendant des institutions financières 2026b ; Bureau du surintendant des institutions financières 2026a), le document d'information du ministère des Finances sur les règles de l'assurance hypothécaire (Ministère des Finances Canada 2024) et les pages de la SCHL sur APH Select et son barème de primes (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026d), sont les textes que l'analyste doit relire à chaque mise à jour, car ils changent plus vite que les manuels.

CHAPITRE 32

32

Duplex à quintuplex

Le petit immeuble locatif de deux à cinq logements, que le Québec appelle familièrement le « plex », est à la fois le produit le plus répandu du parc multirésidentiel québécois et le plus déroutant pour l'évaluateur. Il produit des loyers, mais son acheteur type n'est pas un investisseur : c'est un ménage qui achète un logement pour l'habiter et qui accepte, pour y parvenir, de devenir locateur des autres. Il est financé comme une maison, par un prêt hypothécaire résidentiel assuré avec une mise de fonds réduite, et non comme un immeuble de rapport dont la dette serait dimensionnée sur la couverture du revenu net. Ses loyers, protégés par le droit au maintien dans les lieux et par la fixation administrative des hausses, sont souvent très en deçà du marché, et son acheteur paie pourtant un prix que le revenu en place ne justifie pas. Le présent chapitre explique ces apparentes anomalies, en tire une méthode et l'applique au triplex synthétique de Limoilou qui sert de fil conducteur aux chapitres de cette partie. Il montre pourquoi la comparaison domine le revenu pour ces immeubles, comment les deux approches se pondèrent, pourquoi les taux globaux extraits des ventes de plex sont bas et les multiplicateurs élevés, et ce que l'évaluateur doit vérifier avant de conclure. Le dossier complet du triplex, du mandat à la conclusion, fait l'objet du chapitre 46 ; on se concentre ici sur la méthode, sur les spécificités du segment et sur un exemple intégral dont le chapitre 46 reprendra les indications de valeur.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- situer le petit plex dans le parc et le marché québécois et reconnaître en quoi son acheteur type, son financement et son cadre locatif le distinguent de l'immeuble de six logements et plus ;
- décomposer le prix d'un plex en une valeur d'investissement fondée sur les loyers en place, une valeur de rattrapage et une prime d'occupation, et interpréter le taux global implicite qui en résulte ;
- démontrer la relation entre le multiplicateur du revenu brut, le taux global et le niveau des loyers par rapport au marché, et expliquer ainsi pourquoi les taux extraits des ventes de plex sont bas et les multiplicateurs élevés ;
- décrire les règles vérifiées du financement résidentiel assuré d'un immeuble de un à

quatre logements et calculer le coût net d'occupation d'un acheteur-occupant ;
- appliquer les trois unités de comparaison usuelles (prix par logement, multiplicateur du revenu brut, prix au mètre carré) et la capitalisation directe, puis pondérer les indications de façon raisonnée selon le profil de l'acheteur probable ;
- mesurer la sensibilité de l'indication de valeur au niveau des loyers, au taux de capitalisation, à la mise de fonds et au taux hypothécaire, et formuler les hypothèses et réserves propres à ce segment.

32.1 Un segment à part dans le parc québécois

32.1.1 Le plex, forme urbaine et produit de marché

Le duplex, le triplex, le quadruplex et le quintuplex forment, avec les petits immeubles d'appartements d'avant-guerre, l'essentiel du tissu résidentiel des quartiers centraux de Montréal, de Québec, de Trois-Rivières et de Sherbrooke. Les statistiques officielles en mesurent mal le nombre exact, parce que le Recensement classe les logements et non les immeubles : au Recensement de 2021, le Québec comptait 269 415 ménages privés occupant un « appartement ou plain-pied dans un duplex », soit 7,2 % des 3 749 035 ménages de la province, tandis que les logements situés dans des triplex, des quadruplex et des quintuplex sont fondus dans la catégorie des « appartements dans un immeuble de moins de cinq étages », qui en compte 1 242 980 (Statistique Canada 2022d)[1]. Le taux de propriété québécois, de 59,9 % contre 66,5 % dans l'ensemble du Canada, et la forte proportion de locataires dans les régions métropolitaines de Montréal (45,6 %) et de Québec (41,7 %) (Statistique Canada 2022a) tiennent pour une part à ce parc de petits immeubles, où une même adresse abrite un propriétaire et ses locataires.

Sur le marché, le plex est suivi comme une catégorie à part entière. L'Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec publie chaque trimestre un prix médian des « plex de 2 à 5 logements » distinct de celui des unifamiliales et des copropriétés. Au troisième trimestre de 2026, cette médiane s'établissait à 699 000 $ dans l'ensemble de la province (en hausse de 8 % sur un an), à 860 500 $ dans la région métropolitaine de Montréal (900 000 $ sur l'île), à 600 000 $ dans celle de Québec (hausse de 17 %, la plus forte des grands marchés), à 617 500 $ à Gatineau, à 544 500 $ à Sherbrooke, à 420 000 $ à Trois-Rivières et à 373 500 $ à Saguenay (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e). Dans le secteur de La Cité–Basse-Ville et Limoilou, où se situe le triplex synthétique de ce chapitre, la médiane trimestrielle des plex était de 647 500 $ (hausse de 13 %) et la médiane sur douze mois de 613 500 $, pour 107 ventes résidentielles de toutes catégories dans le trimestre (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026b) ; JLR, qui mesure les prix à partir des actes publiés au registre foncier plutôt que des ventes par courtier, relevait 590 000 $ pour les plex de la région de Québec en août 2026, également en hausse de 17 % (JLR 2026b). La figure 32.1 met ces médianes en regard. On y lit d'abord l'écart considérable entre Montréal et les autres marchés, puis le

1. Le tableau 98-10-0041-01, qui croise le type de construction et la taille du ménage, donne 271 240 logements dans un duplex pour la même année (Statistique Canada 2022c) ; l'écart avec le tableau 98-10-0240-01 tient aux univers et aux arrondis de confidentialité des deux tableaux. Les deux chiffres représentent 7,2 % des ménages.

fait qu'un plex se vend partout nettement plus cher qu'une unifamiliale du même territoire (463 500 $ dans la région de Québec, 645 500 $ dans celle de Montréal), ce qui est la première manifestation de son caractère hybride : le prix d'un plex rémunère un logement à habiter *et* un revenu locatif.

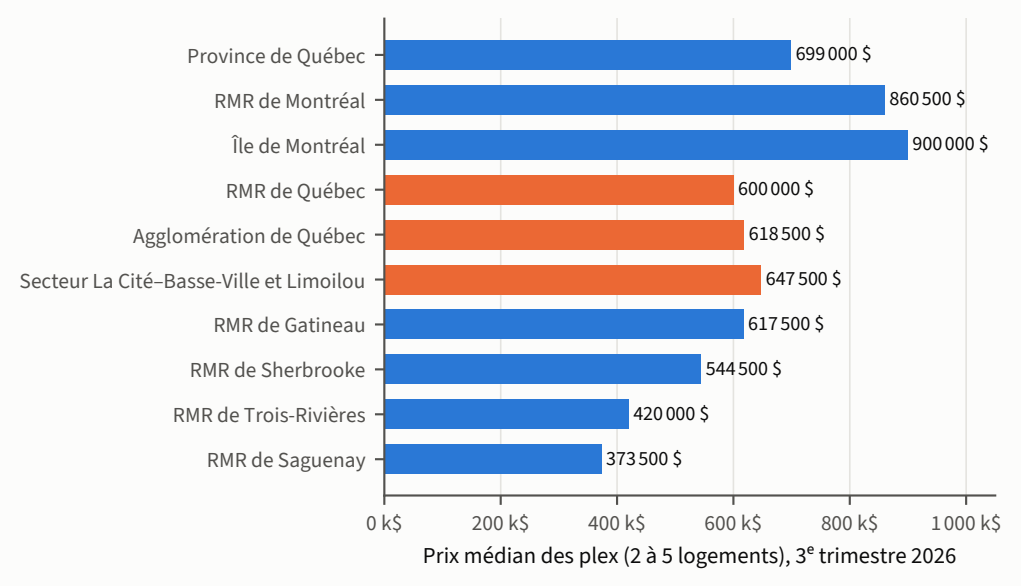


Figure 32.1. Prix médians des plex de 2 à 5 logements publiés par l'APCIQ pour le troisième trimestre de 2026, par territoire ; les marchés de la région de Québec, dont le secteur du cas 2, sont distingués. Les écarts entre territoires sont de l'ordre du simple au double et excèdent de loin ce que des différences de loyers expliqueraient.
Source : Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec par le système Centris, communiqué du 14 octobre 2026 et baromètre de la RMR de Québec, T3 2026 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e ; Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026b), consultés le 31 octobre 2026 ; script `analysis/python/figures/ch32_figures.py`.

32.1.2 L'acheteur type : un occupant qui devient locateur

La définition professionnelle de la valeur marchande suppose un acheteur « bien informé » agissant sur « un marché libre et ouvert à la concurrence » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, Intro-11) ; elle ne dit pas qui est cet acheteur, et c'est précisément la question qu'il faut trancher en premier pour un petit plex. Deux populations se disputent ces immeubles. La première est celle des ménages qui cherchent un logement à habiter et qui trouvent, dans le plex, le moyen d'accéder à la propriété dans un quartier central dont les maisons leur sont inaccessibles : le loyer des autres logements aide à porter l'hypothèque, et le logement occupé est le véritable objet de l'achat. La seconde est celle des petits investisseurs qui achètent pour louer l'ensemble, parfois en vue de relever les loyers au fil des départs ou de rénover. La première population est la plus nombreuse et la plus déterminante pour les duplex et les triplex ; la seconde prend le dessus à mesure que l'immeuble grossit, et elle domine seule à partir de six logements, seuil au-delà duquel le financement résidentiel ordinaire cède la place au financement d'immeubles collectifs (chapitre 33).

Cette dualité a des conséquences précises pour l'évaluation, que le tableau 32.1 résume.

Le propriétaire-occupant compare le coût de posséder et d'habiter le plex à celui de louer un logement équivalent ou d'acheter une maison ; il raisonne en paiement mensuel net et en qualité de vie, non en taux de rendement. Il finance son achat par un prêt résidentiel dont la mise de fonds minimale est faible et dont le taux est inférieur à celui des prêts non assurés, de sorte que son coût du capital est plus bas que celui d'un investisseur. Il gère lui-même, habite sur place et peut, sous conditions strictes, reprendre un logement pour s'y loger ou y loger un proche. Enfin, il accepte des loyers en place inférieurs au marché parce qu'il n'achète pas d'abord un revenu. L'ensemble explique que les prix des plex soient élevés au regard des loyers, que les taux globaux qu'on en extrait soient bas et que la méthode de comparaison, qui mesure directement ce que ces acheteurs paient, soit la méthode dominante. Les travaux de Kestens et al. (2006) sur les marchés de Québec montrent d'ailleurs que les prix implicites des caractéristiques varient selon le profil des ménages acheteurs ; l'hétérogénéité des acheteurs de plex n'est pas une nuisance statistique, c'est une donnée du marché.

Tableau 32.1. Ce qui distingue le petit plex (2 à 5 logements) de l'immeuble de six logements et plus, et ce qui en découle pour l'évaluation

Dimension	Duplex à quintuplex	Six logements et plus (chapitre 33)
Acheteur type	Ménage propriétaire-occupant ; petits investisseurs	Investisseurs privés, puis institutionnels
Critère de décision	Coût net mensuel d'occupation, qualité du logement occupé	Rendement sur fonds propres, couverture de la dette
Financement	Prêt résidentiel assuré (mise de fonds de 5 à 10 %, plafond 1,5 M$), taux assuré ; qualification au taux admissible minimal	Prêt d'immeuble collectif, assuré (APH Select) ou conventionnel, dimensionné par le RCD et le RPV
Loyers	Souvent très sous le marché (baux anciens) ; reprise possible par un propriétaire personne physique	Sous le marché aussi, mais le rattrapage passe par la rotation seulement
Dépenses	Gestion assumée par l'occupant ; coûts fixes lourds par logement	Gestion professionnelle, économies d'échelle
Données de marché	Ventes nombreuses, prix par logement et MRB observables ; RNE rarement reconstitué par le marché	Ventes moins nombreuses ; taux globaux publiés et extraits
Méthode dominante	Comparaison (prix par logement, MRB, prix au m^2) ; revenu en contrôle	Revenu (capitalisation directe, flux actualisés) ; comparaison en contrôle

Source : synthèse de l'auteur ; règles de financement d'après Ministère des Finances Canada (2024), Bureau du surintendant des institutions financières (2026b) et Société canadienne d'hypothèques et de logement (2026a) (voir la section 32.2.3).

32.2 Les spécificités du petit plex

32.2.1 La valeur d'usage du logement occupé

Le prix qu'un propriétaire-occupant est disposé à payer pour un plex se comprend en partant de ce qu'il achète réellement : un logement pour lui-même et un ensemble de baux qui produisent un revenu. Si l'on notait R^* le taux global qu'un investisseur pur exigerait sur le

revenu net d'exploitation de l'immeuble entièrement loué, la valeur d'investissement fondée sur les loyers en place serait RNE_c/R^*, où RNE_c est le revenu net aux loyers contractuels. Le prix observé P excède en général cette valeur, et l'écart se décompose en deux parts :

$$P = \underbrace{\frac{RNE_c}{R^*}}_{\text{valeur d'investissement, loyers en place}} + \underbrace{\frac{RNE_m - RNE_c}{R^*}}_{\text{valeur du rattrapage}} + \underbrace{\pi}_{\text{prime d'occupation}}, \tag{32.1}$$

où RNE_m est le revenu net qu'on obtiendrait si tous les logements étaient loués au marché. Le deuxième terme mesure ce que vaudrait le rattrapage des loyers s'il était immédiat et certain ; dans le régime locatif québécois, il ne l'est ni l'un ni l'autre, et la section 32.2.2 montrera que la valeur actualisée du rattrapage effectivement réalisable est nettement plus faible. Le troisième terme, résiduel, est la **prime d'occupation** : ce que les acheteurs-occupants paient de plus qu'un investisseur parce que le plex leur procure un logement, un accès au quartier et à la propriété, et un financement moins coûteux. Cette décomposition est un instrument de lecture, non une méthode : R^* n'est pas observable sur le marché des plex, précisément parce que les investisseurs purs y sont minoritaires, et il faut l'emprunter à un marché voisin en déclarant l'hypothèse. L'exemple de la section 32.5 utilise la borne basse de la fourchette publiée par CBRE pour les immeubles multirésidentiels de basse hauteur de catégorie B à Québec au troisième trimestre de 2026, soit 5,00 % (CBRE Canada 2026), en rappelant que cette fourchette concerne des immeubles plus grands que les plex.

Le même raisonnement se lit en taux. En divisant (32.1) par P, le taux global implicite aux loyers en place, $R_c = RNE_c/P$, apparaît comme le taux d'investisseur diminué de deux écarts :

$$R_c = R^* - \underbrace{(R^* - R_m)}_{\text{prime d'occupation}} - \underbrace{(R_m - R_c)}_{\text{loyers sous le marché}}, \qquad R_m = \frac{RNE_m}{P}. \tag{32.2}$$

Un taux implicite de deux et demi ou trois pour cent sur un plex n'est donc pas le signe d'un marché irrationnel ni d'une erreur de calcul : c'est la trace, dans le ratio revenu/prix, d'acheteurs qui ne paient pas pour le revenu et de loyers qui ne sont pas au marché. Le chapitre 29 a montré, avec le modèle de Gordon, qu'un taux global est un rendement exigé moins une croissance anticipée ; pour un plex, il faut ajouter que le « rendement » attendu par l'acheteur-occupant comprend le service de logement qu'il se rend à lui-même, et que la théorie du coût d'usage du logement en propriété (Poterba 1984 ; Himmelberg et al. 2005) fournit le cadre pour l'évaluer. Le loyer implicite que l'occupant se verse est au moins égal au loyer de marché du logement qu'il occupe ; la section 32.2.3 montre comment le comparer au coût net d'occupation.

32.2.2 Loyers sous le marché, droit du locateur et reprise

Le second trait distinctif du plex tient au cadre locatif. Au Québec, l'aliénation d'un immeuble comportant un logement « ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail » (Québec 1991, art. 1937) : l'acheteur acquiert le droit du locateur, grevé des baux en vigueur, qui se reconduisent de plein droit (Québec 1991, art. 1941) et dont le loyer ne peut être modifié qu'à la reconduction, par un avis donné de trois à six mois avant le terme (Québec 1991, art. 1942), le locataire pouvant refuser la hausse et demeurer dans les lieux, auquel cas le locateur s'adresse au Tribunal administratif du logement pour la fixation (Québec 1991, art. 1945, 1947). Depuis le 1er janvier 2026, la fixation suit six critères dont un pourcentage de

base fondé sur la moyenne de trois ans de l'indice des prix à la consommation (3,1 % pour 2026, après 4,5 % en 2025), auxquels s'ajoutent les variations de taxes et d'assurances et cinq pour cent des dépenses d'immobilisation (Québec 1985c, art. 3 et 3.1), (Tribunal administratif du logement 2026d) ; la valeur locative de marché n'y figure pas. Le chapitre 26 détaille ces règles et le chapitre 34 en modélise les conséquences sur la trajectoire des loyers ; retenons ici que les loyers d'un plex dont les locataires sont en place depuis longtemps peuvent être inférieurs de dix à vingt pour cent au marché, et que le nouveau locataire d'un logement libéré a lui-même le droit de connaître « le loyer le plus bas payé au cours des 12 mois précédant » son bail et de faire fixer le loyer (Québec 1991, art. 1896, 1950), ce qui freine le rattrapage même à la rotation.

Pour un propriétaire-occupant, le plex offre toutefois un levier que l'investisseur n'a pas : la **reprise de logement**. Le locateur qui est une personne physique peut reprendre un logement pour l'habiter lui-même ou y loger ses ascendants ou descendants au premier degré, un parent ou allié dont il est le principal soutien, ou un ex-conjoint dont il demeure le principal soutien (Québec 1991, art. 1957). Trois limites encadrent ce droit et pèsent directement sur la valeur. D'abord, le propriétaire d'une part indivise ne peut reprendre aucun logement « à moins qu'il n'y ait qu'un seul autre propriétaire et que ce dernier soit son conjoint » (Québec 1991, art. 1958) : un plex acheté par deux amis en indivision, ou par une société, perd cette faculté. Ensuite, le locateur ne peut ni reprendre le logement ni en évincer le locataire lorsque celui-ci ou son conjoint est âgé de 65 ans ou plus, occupe le logement depuis au moins dix ans et dispose d'un revenu ne dépassant pas 125 % du revenu maximal d'admissibilité à un logement à loyer modique, sous réserve d'exceptions (Québec 1991, art. 1959.1), seuils abaissés de 70 à 65 ans et relevés de 100 à 125 % par la Loi 65 (Québec 2024a). Enfin, la reprise suppose un avis dans les délais prévus par le Code et, en cas de refus du locataire, une autorisation du Tribunal, qui vérifie que le locateur « entend réellement » reprendre le logement aux fins alléguées ; une reprise de mauvaise foi expose à des dommages-intérêts, y compris punitifs (Québec 1991, art. 1968). Il faut distinguer la reprise de l'**éviction** pour subdivision, agrandissement ou changement d'affectation (Québec 1991, art. 1959) : c'est cette dernière, et non la reprise, que la Loi 65 suspend jusqu'au 6 juin 2027 (Québec 2024a, art. 1), et c'est à elle que s'attache l'indemnité d'un mois de loyer par année d'occupation, d'au moins trois mois et d'au plus vingt-quatre mois, instaurée par la Loi 31 (Québec 1991, art. 1965), (Québec 2024b).

Au Québec : ce que la fiche de vente et le bail révèlent

La vente d'un immeuble résidentiel de moins de cinq logements par une personne physique relève du contrat de courtage résidentiel sur formulaire obligatoire (Québec 2008, art. 23) et s'accompagne, depuis juillet 2012, du formulaire « Déclarations du vendeur » de l'OACIQ, dont la section D2.6 recueille les loyers annuels, les avis donnés ou reçus et les dossiers pendants devant le Tribunal administratif du logement (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a). L'évaluateur y trouve la première description de l'état locatif ; il la vérifie en lisant les baux, dont la section G indique le loyer précédent, et en consultant le rôle d'évaluation, qui donne le nombre de logements et l'année de construction. Au 31 octobre 2026, le formulaire DV mentionnait encore le seuil de « 70 ans et plus » pour la protection des

> locataires aînés alors que l'art. 1959.1 C.c.Q. vise 65 ans depuis le 6 juin 2024 (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a ; Québec 2024a) ; l'évaluateur doit appliquer la loi, non le formulaire. La fiche descriptive d'un courtier annonce souvent un « revenu brut » et un « multiplicateur » ; ces chiffres sont des revenus bruts potentiels sans inoccupation ni dépenses, et les multiplicateurs qui en sortent ne sont comparables entre eux que si tous sont calculés sur la même base (section 32.3).

Ce cadre a deux conséquences pour l'évaluateur. La première est que le droit évalué est le droit du locateur grevé des baux : le revenu capitalisé est le revenu contractuel, et le potentiel de rattrapage se traite par le taux, par les flux actualisés ou par un ajustement explicite, jamais en substituant les loyers de marché aux loyers en place (chapitre 29). La seconde est que la *possibilité* de reprise a une valeur pour l'acheteur-occupant et aucune pour l'investisseur ; elle fait partie de la prime d'occupation de l'équation (32.1) et elle dépend de la structure de propriété, de l'âge et de l'ancienneté des locataires en place, autant d'éléments que le rapport doit documenter. La valeur actualisée du manque à gagner sur un logement sous-loué, calculée à l'exercice 32.7, donne un ordre de grandeur de ce que vaut la faculté de le reprendre : pour le logement du rez-de-chaussée du cas 2, loué 1 047 $ contre un marché estimé à 1 430 $, l'écart actualisé sur dix ans à six pour cent, en supposant que le loyer contractuel suive le pourcentage de base du Tribunal et le loyer de marché une croissance de trois et demi pour cent, est d'environ 40 791 $, soit moins de cinq pour cent de la valeur de l'immeuble. Le rattrapage explique donc une partie des prix observés, mais une petite partie ; la demande d'occupants explique le reste.

Les effets de l'encadrement des loyers sur la valeur des petits immeubles sont bien documentés dans la littérature : Smith (1988) a mesuré, pour l'Ontario, la capitalisation des contrôles dans les prix et le report de la demande vers la propriété ; Diamond et al. (2019) montrent qu'une protection accrue des locataires en place à San Francisco a incité les propriétaires de petits immeubles à retirer des logements du marché locatif ou à les convertir, ce qui est, pour un plex, l'autre face de la prime d'occupation ; Kholodilin (2024) en dresse la revue quasi exhaustive. Pour le Québec, aucune étude arbitrée récente n'isole l'effet du régime de fixation sur le prix des plex ; le chapitre s'abstient donc d'avancer un chiffre et renvoie au chapitre 34 pour la modélisation par scénarios.

32.2.3 Le financement résidentiel assuré

Le troisième trait distinctif du petit plex est son financement. Un immeuble de un à quatre logements dont l'acheteur occupe un logement est admissible au prêt hypothécaire résidentiel assuré, et les règles de ce prêt sont fixées par le gouvernement fédéral et les assureurs plutôt que par l'analyse de couverture de la dette qui gouverne les immeubles collectifs. Les règles vérifiées au 31 octobre 2026 sont les suivantes. Depuis le 15 décembre 2024, le plafond du prix assurable est de 1 500 000 $ et la mise de fonds minimale est de cinq pour cent de la tranche du prix qui ne dépasse pas 500 000 $ et de dix pour cent de la tranche comprise entre 500 000 $ et 1 500 000 $; l'amortissement peut atteindre trente ans pour les premiers acheteurs et pour toute construction neuve, vingt-cinq ans autrement (Ministère des Finances Canada 2024). La mise de fonds minimale d'un prêt assuré s'écrit donc

$$MF_{\min}(P) = 0{,}05 \cdot \min(P,\ 500\,000) + 0{,}10 \cdot \max(P - 500\,000,\ 0), \qquad P \le 1\,500\,000, \quad (32.3)$$

soit 25 000 $ pour un duplex de 500 000 $, 59 300 $ (7,0 % du prix) pour un triplex de 843 000 $ et 125 000 $ au plafond ; au-delà du plafond, le prêt n'est plus assurable et la mise de fonds conventionnelle d'au moins vingt pour cent s'impose. La prime d'assurance, qui dépend du ratio prêt-valeur et s'ajoute généralement au capital emprunté, n'est pas modélisée dans ce chapitre.

Le prêteur qualifie l'emprunteur à un taux supérieur au taux du contrat. Pour les prêts non assurés, la ligne directrice du Bureau du surintendant des institutions financières impose un **taux admissible minimal** égal au plus élevé du taux contractuel majoré de deux points et de 5,25 %, revu au moins une fois l'an (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b), et elle limite depuis 2025 le volume des nouveaux prêts non assurés dont le montant dépasse quatre fois et demie le revenu de l'emprunteur (Bureau du surintendant des institutions financières 2026a) ; la ligne directrice B-20 exige par ailleurs que la valeur de la garantie soit établie de façon « réaliste, étayée et défendable » par des évaluateurs indépendants du processus de crédit (Bureau du surintendant des institutions financières 2017, principe 4). Le taux périodique d'une hypothèque canadienne à taux fixe se calcule avec une composition semestrielle, imposée par la Loi sur l'intérêt (Canada 1985, art. 6) :

$$i_m = \left(1 + \frac{i}{2}\right)^{1/6} - 1, \qquad PMT = L\,\frac{i_m}{1 - (1 + i_m)^{-N}}, \tag{32.4}$$

où L est le capital, i le taux nominal annuel et N le nombre de versements mensuels ; le chapitre 31 développe ces formules et leurs usages. Le coût réel de la dette résidentielle en 2026 est bien inférieur au taux affiché : alors que le taux conventionnel de cinq ans affiché par les banques était de 6,19 % le 28 octobre 2026, les fonds effectivement avancés en août 2026 l'étaient à 4,12 % pour les prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus et à 4,58 % pour les prêts non assurés (Banque du Canada 2026b). L'écart de 46 points de base entre les deux est l'un des avantages concrets de l'acheteur-occupant assuré sur l'investisseur.

Un point reste volontairement ouvert. Les prêteurs tiennent compte d'une partie des loyers des logements loués pour qualifier l'emprunteur, soit en l'ajoutant à son revenu, soit en la déduisant du paiement hypothécaire ; la fraction admise et la méthode varient d'un prêteur et d'un assureur à l'autre et ne sont pas codifiées dans un texte public vérifié au dépôt. Le chapitre n'avance donc aucun pourcentage et se borne à dire que cette pratique, quelle qu'en soit la forme, accroît la capacité d'emprunt des acheteurs de plex et contribue à leur demande. Le tableau 32.2 rassemble les règles retenues et leur source.

Ces règles permettent de formaliser le critère de décision de l'acheteur-occupant. Soit SD le service annuel de la dette, DE' les dépenses d'exploitation qu'il supporte (taxes, assurances, entretien, énergie des aires communes, réserve ; il n'impute pas de gestion puisqu'il gère lui-même), i_o le rendement auquel il renonce en immobilisant sa mise de fonds, et L_{-k} la somme des loyers annuels des logements autres que celui qu'il occupe, nette d'inoccupation et de pertes. Son **coût net d'occupation** est

$$C_{\text{occ}} = SD + DE' + i_o\,MF - L_{-k}\,(1 - v), \tag{32.5}$$

et la part de ce coût qui n'est pas de l'épargne, c'est-à-dire le coût économique hors remboursement de capital, est $C_{\text{occ}} - \bar{K}$, où $\bar{K}$ est le capital remboursé en moyenne chaque année. L'acheteur compare cette grandeur au loyer de marché du logement qu'il occupe : tant qu'elle lui est inférieure ou voisine, le plex est une façon avantageuse de se loger, quelle que soit

Tableau 32.2. Règles du financement résidentiel d'un plex de un à quatre logements retenues dans ce chapitre (état au 31 octobre 2026)

Règle	Contenu	Source (date)
Plafond du prix assurable	1 500 000 $	Finances Canada, en vigueur le 15 déc. 2024 (Ministère des Finances Canada 2024)
Mise de fonds minimale (assuré)	5 % jusqu'à 500 000 $; 10 % de 500 000 $ à 1 500 000 $	idem
Amortissement maximal (assuré)	25 ans ; 30 ans pour les premiers acheteurs et les constructions neuves	idem
Taux admissible minimal (non assuré)	$\max(i + 2\,\%,\ 5{,}25\,\%)$, revu au moins une fois l'an	BSIF, page du 29 janv. 2026 (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b)
Limite prêt-revenu (non assuré)	limite de volume des prêts dépassant 4,5 fois le revenu, propre à chaque institution	BSIF, depuis l'exercice 2025 (Bureau du surintendant des institutions financières 2026a)
Évaluation de la garantie	réaliste, étayée, défendable ; évaluateur indépendant du crédit	BSIF, B-20, principe 4 (Bureau du surintendant des institutions financières 2017)
Composition des intérêts	semestrielle, non à l'avance	Loi sur l'intérêt, art. 6 (Canada 1985)
Taux des fonds avancés (août 2026)	assuré fixe ≥ 5 ans : 4,12 % ; non assuré : 4,58 % ; affiché 5 ans : 6,19 %	Banque du Canada (Banque du Canada 2026b)
Part des loyers admise en qualification	variable selon le prêteur ; non codifiée	non vérifié (voir *limites*)

Source : `sources/notes-C.md`, §4.1 à 4.3 ; toutes les pages consultées le 31 octobre 2026.

la faiblesse du taux global. L'exemple de la section 32.5 chiffre ce critère pour le triplex du cas 2, et la section 32.6 montre sa sensibilité au taux et à la mise de fonds.

32.3 Les indicateurs du marché des plex et leur lecture

32.3.1 Trois unités de comparaison et un taux

Les ventes de plex sont nombreuses et leurs prix sont publics ; leurs revenus nets, en revanche, ne le sont pas, parce que ni les acheteurs ni les courtiers ne reconstituent de revenu net normalisé. Le marché se décrit donc d'abord par des unités de comparaison brutes. Le **prix par logement**, P/n, est l'unité la plus simple et la plus utilisée ; il ignore la taille et la qualité des logements, mais il correspond à la façon dont les acheteurs comparent les plex d'un même quartier. Le **prix au mètre carré habitable**, P/S, corrige la taille au premier ordre et se compare directement à celui des maisons et des copropriétés du secteur. Le **multiplicateur du revenu brut** (MRB, *gross income multiplier*) rapporte le prix au revenu brut potentiel contractuel :

$$MRB = \frac{P}{RBP_c}, \tag{32.6}$$

et il résume la façon dont le marché « multiplie les loyers » ; c'est le langage des courtiers et des acheteurs, ce qui en fait un indicateur de vraisemblance irremplaçable, mais il ne dit rien des dépenses ni de l'inoccupation (Fisher et Martin 2007). Le **taux global** $R = RNE_1/P$ exige, lui, que l'évaluateur reconstitue le revenu net de chaque vente avec ses propres conventions (inoccupation et pertes, gestion imputée, réserve de remplacement, taxes sur le rôle en vigueur ; chapitres 27 et 28) ; il est le plus informatif et le plus coûteux à obtenir.

Les quatre indicateurs sont liés. Si l'inoccupation et les pertes représentent une fraction v du revenu brut potentiel et si les dépenses totales, réserve comprise, en représentent une fraction d du revenu brut effectif, alors $RNE = RBP_c(1-v)(1-d)$ en l'absence d'autres revenus, et

$$R = \frac{(1-v)(1-d)}{MRB}, \qquad MRB = \frac{P}{n}\cdot\frac{n}{RBP_c} = \frac{P/n}{12\,\bar{\ell}_c}, \tag{32.7}$$

où $\bar{\ell}_c$ est le loyer mensuel moyen contractuel par logement. La première égalité, déjà rencontrée au chapitre 29, dit qu'un multiplicateur de vingt avec un ratio de dépenses de 36 % et une inoccupation de 2,4 % équivaut à un taux global de 3,12 % ; la seconde relie le prix par logement au multiplicateur par le loyer moyen, ce qui explique qu'un plex aux loyers bas puisse afficher à la fois un prix par logement ordinaire et un multiplicateur très élevé. Deux immeubles ne peuvent avoir le même multiplicateur et le même taux que s'ils ont le même ratio de dépenses et la même inoccupation ; le multiplicateur « transporte » la structure de charges des comparables vers le sujet, et c'est la première source d'écart entre les indications de la section 32.5.

32.3.2 Pourquoi les taux sont bas et les multiplicateurs élevés

Les taux globaux extraits de ventes de plex surprennent toujours l'évaluateur formé sur les immeubles de rapport : ils sont inférieurs de cent à deux cents points de base aux fourchettes publiées pour le multirésidentiel de basse hauteur, et les multiplicateurs dépassent couramment dix-huit ou vingt. La section 32.2.1 a donné l'explication économique ; il reste à

la démontrer en séparant l'effet des loyers sous le marché de celui de la demande d'occupants. Notons $\rho = RBP_c/RBP_m$ le **loyer relatif**, rapport du revenu brut potentiel contractuel au revenu brut potentiel aux loyers de marché, de sorte que $\rho = 1$ pour un immeuble dont tous les loyers sont au marché et $\rho < 1$ pour un immeuble sous-loué.

Proposition 32.1 : Taux extrait et loyers sous le marché

Soit $R_m = RNE_m/P$ le taux global qu'on extrairait d'une vente si les loyers étaient au marché, et $R_c = RNE_c/P$ le taux effectivement extrait aux loyers contractuels. (i) Si les dépenses d'exploitation DE sont fixes en dollars,

$$R_c = R_m - (1-\rho)\,\frac{(1-v)}{MRB_m}, \qquad MRB_m = \frac{P}{RBP_m}. \tag{32.8}$$

(ii) Si les dépenses sont proportionnelles au revenu brut effectif, $DE = d\,RBE$, alors $R_c = \rho\,R_m$ et $MRB_c = MRB_m/\rho$.

Démonstration. (i) Avec des dépenses fixes, $RNE_m = RBP_m(1-v) - DE$ et $RNE_c = \rho\,RBP_m(1-v) - DE$, d'où $RNE_m - RNE_c = (1-\rho)RBP_m(1-v)$; en divisant par P et en remplaçant RBP_m/P par $1/MRB_m$, on obtient (32.8). (ii) Avec des dépenses proportionnelles, $RNE_c = \rho\,RBP_m(1-v)(1-d) = \rho\,RNE_m$, d'où $R_c = \rho R_m$; et $MRB_c = P/(\rho\,RBP_m) = MRB_m/\rho$. □

La proposition a une lecture immédiate. Un immeuble dont les loyers sont inférieurs de quinze pour cent au marché ($\rho = 0{,}85$) et qui se vend au même prix qu'un immeuble au marché affiche un taux extrait inférieur d'environ quinze pour cent en valeur relative, soit une cinquantaine de points de base pour un taux de l'ordre de trois et demi pour cent, et un multiplicateur supérieur de dix-huit pour cent. Le cas des dépenses fixes, plus réaliste pour les taxes et les assurances, donne un écart plus grand encore, parce que le manque à gagner de loyers se répercute en entier sur le revenu net : avec $MRB_m = 14$ et $v = 2{,}4$ %, l'écart est de $(0{,}15)(0{,}976)/14 \approx 105$ points de base. Dans les deux cas, le taux extrait aux loyers contractuels n'est pas le taux « du marché » ; il porte la marque de l'état locatif de chaque vente, et des ventes dont les loyers relatifs diffèrent ne sont pas comparables sans correction. La parade est la même qu'au chapitre 29 pour l'état et la taille : régresser les taux extraits sur le loyer relatif,

$$R_j = a + b\,(\rho_j - 1) + \varepsilon_j, \tag{32.9}$$

où la constante a s'interprète comme le taux d'un immeuble dont les loyers sont au marché et où la pente b, positive, mesure la décote de taux que le marché consent par point de loyer relatif ; le taux applicable au sujet est alors $a + b(\rho_s - 1)$. La même régression appliquée au logarithme du multiplicateur, $\ln MRB_j = a' + b'(\rho_j - 1)$, doit donner une pente b' négative, voisine de -1 dans le cas des dépenses proportionnelles.

La seconde moitié de l'explication tient à la constante a elle-même : même pour $\rho = 1$, le taux des plex est bas, parce que l'acheteur marginal est un occupant qui n'exige pas le rendement d'un investisseur. L'équation (32.2) l'a formalisé ; empiriquement, la comparaison de a avec un taux d'investisseur emprunté à un marché voisin mesure la prime d'occupation en points de base. On ne peut pas, en revanche, lire la prime dans un taux « sans risque » augmenté d'une prime de risque : le plex n'est pas, pour son acheteur, un placement financier, et la section 32.2.1 a montré que son « rendement » inclut le service de logement. Le chapitre 29

rappelle qu'un taux global est $r - g$; pour un plex, le g anticipé par l'acheteur combine la croissance des loyers de marché, le rattrapage à la rotation et la hausse attendue des prix des logements du quartier, et il n'est pas rare que les acheteurs anticipent une appréciation voisine de celle des maisons, ce qui comprime encore le taux.

Données synthétiques

Le dossier du cas 2 est synthétique. Le triplex est décrit dans `data/synthetic/cas2_quebec_sujet.json`, ses trois baux dans `cas2_quebec_loyers.csv` et ses dépenses dans `cas2_quebec_depenses.csv` ; le fichier `cas2_quebec_ventes_plex.csv` contient 250 ventes fictives de duplex et de triplex réparties dans cinq quartiers de la ville de Québec (Limoilou, Saint-Sauveur, Saint-Roch, Montcalm, Maizerets) de janvier 2023 à août 2026. Les fichiers ont été générés par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` et calibrés sur trois ordres de grandeur publics : le prix médian des plex du secteur La Cité–Basse-Ville et Limoilou au troisième trimestre de 2026 (647 500 $, APCIQ), le loyer moyen des logements de deux chambres de la RMR de Québec en octobre 2025 (1 277 $, SCHL) et la variation moyenne du rôle d'évaluation 2025-2027 de la Ville de Québec (23,5 % en trois ans), convertie en croissance annuelle composée des prix (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026b ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Ville de Québec 2024). Les relations entre variables (décote de 1,5 % de loyer par année d'ancienneté du bail, ratio de dépenses tiré d'une loi normale centrée sur 36 %, primes de quartier, effet du loyer relatif sur le prix) sont des hypothèses pédagogiques et non des estimations sur données réelles ; le ratio de dépenses des ventes est réputé inclure la gestion et la réserve, comme celui du sujet. Aucun immeuble, aucune transaction ni aucun locataire réels ne sont décrits. Tous les chiffres des sections qui suivent sont reproduits par `analysis/python/cases/ch32_plex.py`, qui s'appuie sur les fonctions partagées de `traite.cas2` utilisées aussi par les chapitres 26, 27 et 46.

32.3.3 Ce que montrent les ventes du cas 2

Les 127 ventes de duplex et de triplex des quartiers de Limoilou, Saint-Sauveur, Saint-Roch et Maizerets conclues dans les vingt-quatre mois précédant la date d'évaluation du 1er septembre 2026 (soixante duplex et soixante-sept triplex, de septembre 2024 à août 2026) sont celles que la fonction `traite.cas2.comparables_plex` retient comme échantillon de marché du sujet ; Montcalm, plus cher, en est exclu. Le tableau 32.3 en donne les indicateurs par taille et par quartier, et les figures 32.2 et 32.3 en montrent les distributions. Le multiplicateur médian est de 19,68 (quartiles 17,58 et 22,68, étendue de 12,78 à 33,24), le taux global médian de 3,17 % (quartiles 2,76 % et 3,62 %), le prix médian par logement de 285 667 $ et le prix médian au mètre carré de 3 200 $/m². Le coefficient de variation du multiplicateur (19,4 %) et celui du taux (21,8 %) sont deux fois plus élevés que ceux observés sur les quarante ventes d'immeubles de six à trente logements du cas 3 au chapitre 29 : le marché des plex est plus bruyant, parce que ses acheteurs ne paient pas le revenu et que les immeubles, anciens, sont hétérogènes.

Tableau 32.3. Indicateurs médians des 127 ventes de duplex et de triplex du cas 2 (quatre quartiers, septembre 2024 à août 2026), par taille et par quartier (données synthétiques)

Groupe	n	Prix ($)	Prix/log. ($)	Prix/m^2 ($)	MRB	Taux (%)	ρ	Ratio dép.
Duplex	60	583 500	291 750	3 238	19,48	3,24	0,944	0,354
Triplex	67	843 000	281 000	3 144	19,82	3,16	0,951	0,362
Limoilou	48	718 000	295 084	3 239	19,63	3,12	0,965	0,349
Saint-Roch	23	672 000	296 000	3 277	21,22	3,09	0,931	0,362
Saint-Sauveur	24	676 500	278 000	3 241	20,50	3,15	0,937	0,365
Maizerets	32	646 500	261 834	2 905	18,35	3,39	0,946	0,368
Ensemble	127	—	285 667	3 200	19,68	3,17	0,947	0,357

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch32_plex.py`, fonction `indicateurs_par_groupe`, à partir de `traite.cas2.comparables_plex` ; ρ = loyer contractuel moyen / loyer de marché estimé ; ratio de dépenses sur le revenu brut effectif, réserve et gestion comprises ; graine 20261031

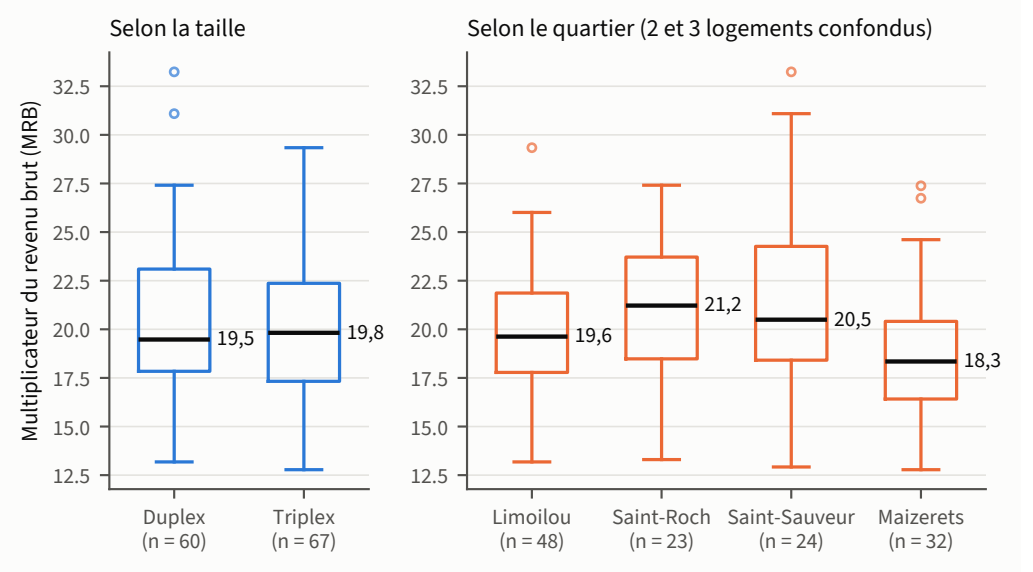


Figure 32.2. Distribution du multiplicateur du revenu brut des 127 ventes du cas 2, selon la taille de l'immeuble (à gauche) et selon le quartier (à droite). Les médianes des duplex et des triplex sont presque confondues ; les différences de quartier, modestes, suivent l'ordre des prix et non celui des loyers, ce qui est la signature d'un marché où les acheteurs paient d'abord la localisation.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch32_figures.py`, graine 20261031

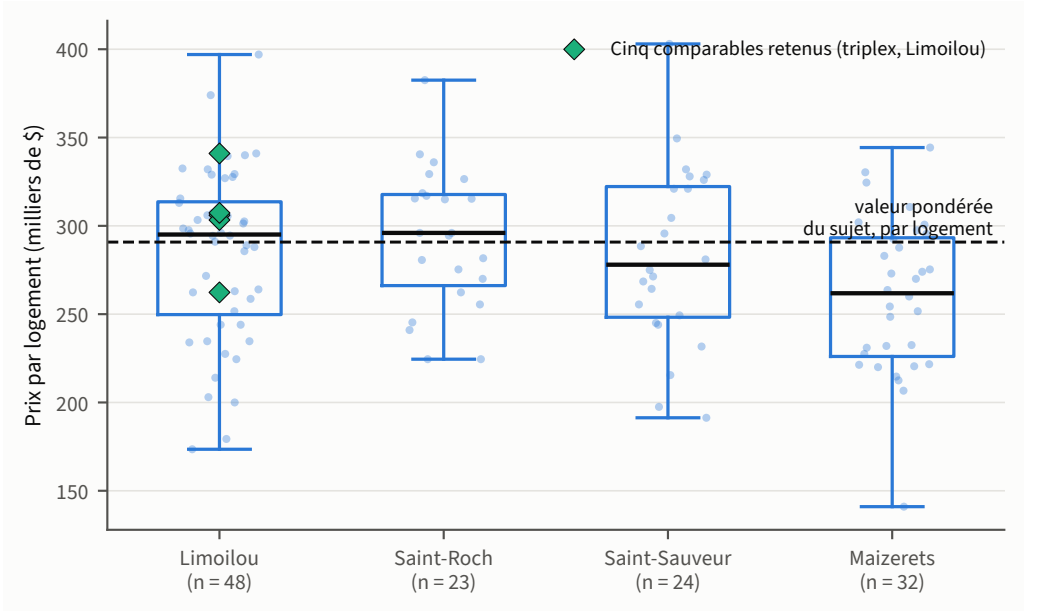


Figure 32.3. Prix par logement des 127 ventes du cas 2 par quartier, avec les cinq comparables retenus pour le triplex sujet (losanges, Limoilou) et la valeur pondérée du sujet rapportée au logement (trait tireté). Les comparables, triplex récents du même quartier, se situent dans la moitié supérieure de la distribution de Limoilou.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch32_figures.py`, graine 20261031

La figure 32.4 applique la proposition 32.1 aux 127 ventes. Le loyer relatif médian de l'échantillon est de 0,947 (quartiles 0,908 et 0,977, minimum 0,70) : la vente type est sous-louée de cinq pour cent, et un quart des ventes le sont de plus de neuf pour cent. Le taux extrait aux loyers contractuels croît nettement avec le loyer relatif : la régression (32.9) donne $a = 3{,}451\,\%$ et $b = 0{,}028\,4$, soit 28 points de base par dixième de loyer relatif, avec un écart-type résiduel de 69 points de base et un coefficient de détermination de 0,07. L'ajout de l'état et du nombre de logements ne change presque rien ($a = 3{,}426\,\%$, $b = 0{,}030\,2$, moins 7 points de base par échelon d'état et moins 6 points de base par logement supplémentaire, $R^2 = 0{,}08$) : contrairement au marché des immeubles de rapport du chapitre 29, ce sont les loyers relatifs, et non l'état ou la taille, qui structurent les taux des plex, et l'essentiel de leur dispersion reste inexpliqué par les caractéristiques observées. Le taux « au marché » reconstitué en remplaçant les loyers contractuels par les loyers de marché de chaque vente a une médiane de 3,41 %, contre 3,17 % aux loyers en place ; l'écart de 24 points de base est l'effet moyen des loyers sous le marché, et la constante de la régression, 3,45 %, lui est cohérente. La régression du logarithme du multiplicateur sur le loyer relatif donne une pente de $-0{,}956$, conforme à la valeur de -1 prédite par la proposition pour des dépenses proportionnelles, et un multiplicateur de 18,37 pour un immeuble loué au marché.

Reste la seconde moitié de l'explication. Un taux de 3,45 % pour un plex loué au marché demeure inférieur de 155 points de base à la borne basse de la fourchette de CBRE pour le multirésidentiel de basse hauteur de catégorie B à Québec (5,00 % à 6,00 % au troisième trimestre de 2026, pour des immeubles plus grands) (CBRE Canada 2026). Cet écart n'est pas dû aux loyers ; il est la prime d'occupation lue en taux, et il mesure ce que la demande des ménages acheteurs ajoute au prix des plex par rapport à ce qu'un investisseur paierait.

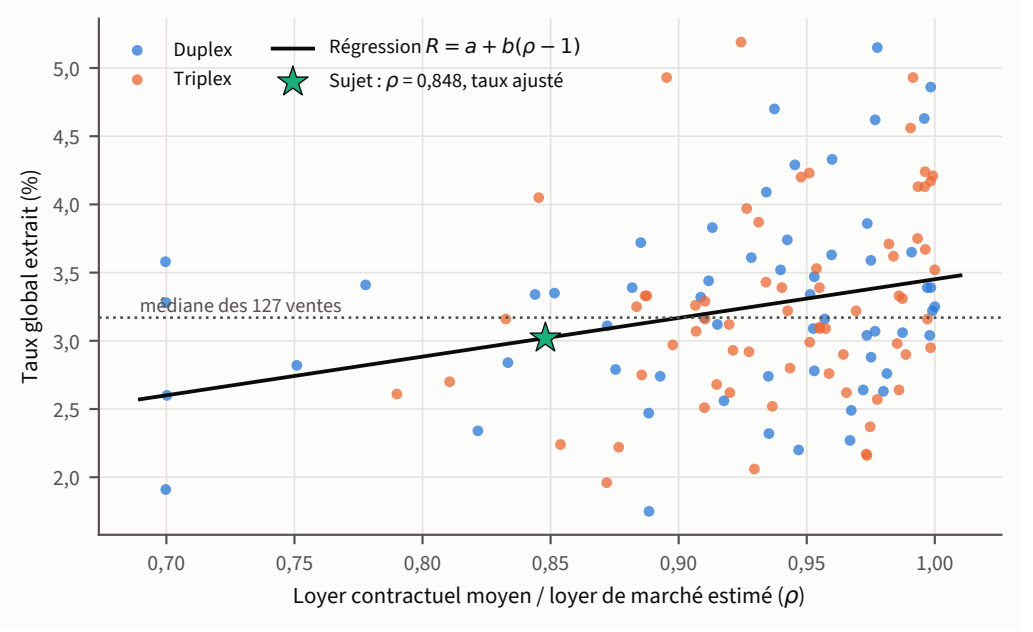


FIGURE 32.4. Taux global extrait aux loyers contractuels selon le loyer relatif ρ pour les 127 ventes du cas 2 (duplex et triplex), droite de régression (32.9) et taux ajusté du sujet ($\rho = 0{,}848$). Plus les loyers d'une vente sont sous le marché, plus le taux extrait est bas : le marché paie le potentiel locatif en acceptant un rendement courant moindre.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch32_figures.py`, graine 20261031

L'exemple intégral le chiffre en dollars.

32.4 Comparaison et revenu : une pondération raisonnée

Les normes professionnelles n'imposent pas une méthode par type d'immeuble, mais elles exigent que le rapport expose le raisonnement et justifie le rejet d'une méthode traditionnelle (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, éléments 8 et 10). Pour un plex, l'évaluateur dispose en général de trois indications par comparaison, fondées sur le prix par logement, le multiplicateur et le prix au mètre carré de ventes vérifiées du même quartier, et d'une indication par le revenu, fondée sur la capitalisation directe du revenu net normalisé à un taux extrait et ajusté. La réconciliation est l'objet du chapitre 20 ; les principes qui suivent en sont l'application au segment.

Le chapitre 16 a établi que la pondération qui minimise la variance d'une indication combinée est inversement proportionnelle à la variance de chaque indication, celle-ci croissant avec l'ampleur et l'incertitude des corrections qu'elle a exigées. Pour un plex, ce principe conduit à trois règles. La première est que l'indication fondée sur le prix par logement ou au mètre carré de comparables proches et récents reçoit le poids le plus élevé lorsque l'acheteur probable est un occupant : elle mesure directement ce que paie cet acheteur, sans passer par un revenu qu'il ne valorise qu'indirectement, et elle n'exige pas d'hypothèse sur les dépenses. La deuxième est que l'indication par le multiplicateur mérite un poids comparable lorsque les loyers relatifs des comparables sont voisins de celui du sujet ou ont été corrigés, et un poids moindre sinon ; elle partage avec le prix par logement l'avantage de ne pas dépendre des dépenses, mais elle importe la structure de charges des comparables. La troisième est que l'indication par capitalisation reçoit un poids d'autant plus grand que l'immeuble est grand, que ses loyers sont proches du marché, que l'acheteur probable est un investisseur et que les dépenses du sujet sont bien connues ; pour un duplex ou un triplex de quartier dont l'acheteur type est un occupant, elle sert surtout de contrôle, parce que le taux qu'on lui applique est lui-même extrait de ventes à des occupants et porte les mêmes primes, mais que l'application de ce taux au revenu net *du sujet* y introduit la structure de dépenses du sujet, plus lourde que celle des comparables lorsque l'immeuble est petit.

Il n'existe pas de pondération universelle ; il existe une pondération *argumentée*, que le rapport énonce et dont il teste la robustesse. L'ouvrage retient, pour un triplex de quartier central dont l'acheteur probable est un occupant, un poids de 40 % pour le prix par logement des comparables, de 35 % pour leur multiplicateur et de 25 % pour la capitalisation directe au taux ajusté ; pour un quintuplet entièrement loué dont l'acheteur probable est un investisseur, l'ordre s'inverserait au profit du revenu, et au-delà de six logements la capitalisation devient l'indication principale (chapitre 33). L'exercice 32.6 montre que des pondérations raisonnables différentes déplacent l'indication finale de quelques pour cent, ce qui est l'ordre de grandeur de l'incertitude du segment et doit figurer dans la fourchette conclue.

32.5 Exemple intégral : le triplex de Limoilou (cas 2)

Exemple 32.1 : Indications de valeur du triplex du cas 2

Le sujet est un triplex fictif construit en 1948 dans le quartier Limoilou, à Québec, d'une superficie habitable de 262 m² sur un terrain de 310 m², en état moyen (3 sur 5), avec une case de stationnement ; il comprend deux logements de 5½ de 92 m² au rez-de-chaussée et au deuxième étage et un 4½ de 78 m² au troisième, tous loués, chauffage non inclus. La date d'évaluation est le 1er septembre 2026 ; la valeur inscrite au rôle fictif 2025-2027 est de 495 000 $, pour une date de référence au 1er juillet 2023. Le mandat, la description complète, l'inspection et le rapport font l'objet du chapitre 46 ; on établit ici les indications de valeur par les quatre indicateurs de la section 32.3, puis leur pondération. Chaque chiffre provient du script `analysis/python/cases/ch32_plex.py`, qui appelle `traite.cas2.tout`.

32.5.1 Du revenu brut au revenu net normalisé

Le tableau 32.4 reconstitue le revenu net du sujet avec les conventions de l'ouvrage (annexe D). Les trois baux produisent un revenu brut potentiel contractuel de 41 832 $; aux loyers de marché estimés pour chaque logement, il serait de 49 332 $, soit 7 500 $ ou 15,2 % de plus, et le loyer relatif du sujet est $\rho_s = 0{,}848$. Le rez-de-chaussée, loué depuis 2019, est à 1 047 $ contre un marché estimé à 1 430 $; le deuxième, loué depuis 2022, à 1 188 $; seul le troisième, reloué en juillet 2025, est au marché. L'inoccupation et les pertes sont fixées à trois pour cent du revenu brut potentiel, convention du dossier qui ajoute environ six dixièmes de point de mauvaises créances au taux d'inoccupation de 2,4 % mesuré par la SCHL dans la RMR de Québec en octobre 2025 (0,9 % un an plus tôt) (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), étant entendu que l'enquête de la SCHL ne couvre que les immeubles de trois logements et plus et que le loyer moyen de 1 139 $ publié pour la zone de la Basse-Ville (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) porte sur un parc dont les logements sont plus petits que ceux du sujet. Le revenu brut effectif est de 40 577,04 $.

Le ratio de dépenses de 45,7 % du revenu brut effectif est élevé en regard de la médiane de 35,7 % des ventes de l'échantillon (tableau 32.3), et l'écart tient à trois causes qu'il faut nommer parce qu'elles pèseront sur les indications. Les coûts fixes par logement d'un triplex sont lourds : les taxes municipales et scolaires représentent à elles seules 2 123 $ par logement, et les tarifs 2026 de la Ville de Québec appliqués à la valeur au rôle (taxe foncière de 0,746 4 $ par 100 $ pour les immeubles de un à cinq logements, plus 386 $ par logement pour l'aqueduc et les égouts et 195 $ par logement pour les matières résiduelles) donneraient 5 438 $ (Ville de Québec 2026d), ordre de grandeur cohérent avec le montant normalisé du dossier ; le chapitre 46 en fait la normalisation poste par poste. La gestion imputée et la réserve ajoutent 3 423 $, soit huit points de ratio, alors que les acheteurs-occupants n'en comptent ni l'une ni l'autre dans leur raisonnement ; l'ouvrage les impute néanmoins, par cohérence avec les conventions appliquées aux ventes. Enfin, les loyers bas du sujet gonflent mécaniquement le ratio, puisque les dépenses sont rapportées à un revenu sous le marché : aux loyers de marché, le même immeuble aurait un ratio de 39,1 %.

Tableau 32.4. Cas 2 : du revenu brut potentiel au revenu net d'exploitation normalisé de la première année (dollars courants, exercice du 1er septembre 2026 au 31 août 2027)

Poste	Montant ($)	Base
Revenu brut potentiel, loyers contractuels (RBP)	41 832,00	trois baux en vigueur, $\times 12$
pour mémoire : RBP aux loyers de marché	*49 332,00*	loyers de marché estimés par logement ; $\rho_s = 0{,}848$
Inoccupation et mauvaises créances (3 % du RBP)	−1 254,96	convention ; SCHL RMR Québec : 2,4 % (oct. 2025)
Revenu brut effectif (RBE)	**40 577,04**	
Taxes municipales	−5 900,00	montant normalisé du dossier
Taxe scolaire	−470,00	idem
Assurances	−3 400,00	idem
Électricité des aires communes	−650,00	idem
Déneigement et entretien extérieur	−1 500,00	idem
Entretien et réparations	−3 200,00	idem
Gestion imputée (4 % du RBE)	−1 623,08	propriétaire-occupant : gestion imputée
Sous-total des dépenses d'exploitation	*−16 743,08*	41,3 % du RBE
Réserve de remplacement (600 $ par logement)	−1 800,00	convention du dossier
Dépenses totales	**−18 543,08**	45,7 % du RBE
Revenu net d'exploitation normalisé (RNE_1)	**22 033,96**	7 345 $ par logement
pour mémoire : RNE aux loyers de marché	*29 017,96*	mêmes dépenses, gestion sur le RBE de marché

Source : [données synthétiques] `traite.cas2.rne` via `analysis/python/cases/ch32_plex.py` ; baux et dépenses du dossier cas 2, graine 20261031

32.5.2 Les indications fondées sur l'ensemble des 127 ventes

La fonction `traite.cas2.tout` fournit trois indications brutes à partir des médianes des triplex de l'échantillon, sans sélection fine ni ajustement. Le multiplicateur médian des soixante-sept triplex, 19,82, appliqué au revenu brut contractuel donne 829 110,24 $; le taux global médian des 127 ventes, 3,17 %, appliqué au revenu net normalisé donne 695 077,55 $; le prix médian par logement des triplex, 281 000 $, multiplié par trois donne 843 000 $; et le prix médian au mètre carré, 3 200 $/m², appliqué aux 262 m² du sujet, 838 400 $. Les trois indications par comparaison sont groupées entre 829 000 $ et 843 000 $; l'indication par capitalisation leur est inférieure de seize à dix-huit pour cent. Ces chiffres sont ceux que reprend le chapitre 46, et ils appellent deux corrections.

La première concerne le loyer relatif. Le sujet est sous-loué de quinze pour cent alors que la vente médiane ne l'est que de cinq ; appliquer à son revenu net le taux médian revient à ignorer que le marché consent un taux plus bas aux immeubles dont le potentiel de rattrapage est plus grand. La régression (32.9) donne, pour $\rho_s = 0{,}848$, un taux ajusté de $3{,}451\,\% + 0{,}028\,4 \times (0{,}848 - 1) = 3{,}02\,\%$, et une valeur par capitalisation de

$$\hat{V}_{\text{cap}} = \frac{RNE_1}{R_s} = \frac{22\,033{,}96\,\$}{0{,}030\,2} = 729\,549\,\$, \tag{32.10}$$

supérieure de cinq pour cent à l'indication brute. Le même raisonnement appliqué au multiplicateur, dont la régression en logarithme donne 21,25 pour le loyer relatif du sujet, porterait l'indication par le multiplicateur à 888 878 $. La seconde correction concerne la date et le lieu : les 127 ventes s'étalent sur vingt-quatre mois, avec une ancienneté médiane de 11,3 mois, dans quatre quartiers dont les prix diffèrent, et leurs prix par logement n'ont pas été ramenés à la date d'évaluation. Au rythme de croissance des prix incorporé au jeu synthétique, soit 7,29 % par année (la variation du rôle de 23,5 % en trois ans, convertie en taux annuel composé), l'indication par logement indexée à la date d'évaluation serait de 900 926 $. Plutôt que d'indexer des médianes hétérogènes, la pratique recommandée au chapitre 16 est de sélectionner des comparables proches et récents ; c'est l'objet de la sous-section suivante.

32.5.3 La sélection des comparables triplex de Limoilou

Parmi les 127 ventes, vingt-huit sont des triplex de Limoilou. La distance d'attributs du chapitre 16, calculée par la bibliothèque de l'ouvrage (fonction `distance_attributs`), les classe par ressemblance avec le sujet :

$$d_j = \sqrt{\sum_{k} \omega_k \left(\frac{x_{jk} - x_{sk}}{e_k} \right)^2}, \tag{32.11}$$

avec six caractéristiques : la superficie habitable (échelle 30 m², poids 1,5), l'âge (15 ans, poids 1), l'état (un échelon, poids 1), le stationnement (une case, poids 0,5), le loyer relatif (0,05, poids 1,5) et l'ancienneté de la vente (six mois, poids 1). Le loyer relatif reçoit un poids élevé parce que la section 32.3.2 a montré qu'il est le premier déterminant des multiplicateurs et des taux ; la superficie, parce qu'elle gouverne le prix au mètre carré et la taille des logements. Les cinq comparables les mieux classés sont présentés au tableau 32.5 ; tous sont des triplex de Limoilou vendus entre novembre 2025 et juillet 2026, à moins de 9,4 mois de la date d'évaluation, et quatre des cinq sont, comme le sujet, des immeubles d'avant 1960 avec une case de stationnement.

Tableau 32.5. Le sujet et les cinq comparables triplex de Limoilou retenus par la distance d'attributs (données synthétiques)

	Sujet	Q0187	Q0222	Q0243	Q0207	Q0235
Date de vente	—	2025-11-20	2026-05-13	2026-07-24	2026-03-08	2026-06-22
Ancienneté (mois)	0	9,4	3,6	1,3	5,8	2,3
Superficie habitable (m^2)	262	243	286	247	269	275
Année de construction	1948	1950	1934	1930	1957	1923
État (1–5)	3	3	4	3	2	1
Stationnement (cases)	1	1	1	1	1	1
Loyer moyen, contrat ($/mois)	1 162	1 053	1 092	1 286	1 146	1 214
Loyer moyen, marché estimé ($/mois)	1 370	1 173	1 187	1 352	1 197	1 327
Loyer relatif ρ	0,848	0,898	0,920	0,951	0,957	0,915
Revenu brut potentiel ($)	41 832	37 925	39 322	46 306	41 263	43 705
Ratio de dépenses	0,457	0,368	0,373	0,323	0,302	0,421
Distance d'attributs d_j	—	2,13	2,51	2,87	3,09	3,15
Prix de vente ($)	—	787 000	918 000	1 023 000	910 000	922 000
Prix par logement ($)	—	262 333	306 000	341 000	303 333	307 333
Prix au m^2 ($/m^2)	—	3 239	3 210	4 142	3 383	3 353
Multiplicateur du revenu brut	—	20,75	23,35	22,09	22,05	21,10
Taux global extrait (%)	—	2,97	2,62	2,99	3,09	2,68

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch32_plex.py`, fonction `selection_comparables` (`traite.comparables.distance_attributs`) ; 28 candidats triplex de Limoilou dans les 24 mois ; graine 20261031

La lecture du tableau illustre la proposition 32.1 sur cinq ventes réelles du jeu. Q0222, le mieux entretenu (état 4) et le plus sous-loué des cinq après Q0187, affiche le multiplicateur le plus élevé (23,35) et le taux le plus bas (2,62 %) ; Q0207, en état 2 mais loué presque au marché, affiche le taux le plus élevé (3,09 %). Q0243, vendu 1 023 000 $ en juillet 2026, est le plus petit par la superficie mais le mieux loué, ce qui lui vaut le prix au mètre carré le plus élevé de l'échantillon ; son prix par logement de 341 000 $ tire la médiane vers le haut et l'évaluateur du chapitre 46 devra décider s'il le conserve. Les médianes des cinq comparables sont de 306 000 $ par logement, 3 353 $/m², un multiplicateur de 22,05 et un taux de 2,97 % ; toutes sont plus favorables au sujet que les médianes des 127 ventes, pour deux raisons que l'on a déjà rencontrées : les comparables sont récents (ancienneté médiane de 3,6 mois) et sous-loués (loyer relatif médian de 0,92, contre 0,947 pour l'échantillon), deux traits qu'ils partagent avec le sujet.

32.5.4 Les indications, leur écart et sa cause

Le tableau 32.6 rassemble les indications. À partir des cinq comparables, le prix par logement donne $3 \times 306\,000\,\$ = 918\,000\,\$$, le prix au mètre carré $3\,353\,\$/\text{m}^2 \times 262\,\text{m}^2 = 878\,415\,\$$, le multiplicateur $22{,}05 \times 41\,832\,\$ = 922\,396\,\$$ et le taux médian des comparables, appliqué au revenu net du sujet, $22\,033{,}96\,\$ / 0{,}029\,7 = 741\,884\,\$$. L'indication par capitalisation retenue pour la pondération est celle du taux ajusté au loyer relatif sur les 127 ventes, 729 549 $, parce qu'une médiane de cinq taux est trop instable (ils s'étalent de 2,62 % à 3,09 %, soit une étendue de valeur de 713 000 $ à 841 000 $) et que la régression, estimée sur 127 ventes, utilise toute l'information de l'échantillon sur la relation entre taux et loyers.

Tableau 32.6. Cas 2 : indications de valeur du triplex selon l'indicateur et l'échantillon, et pondération retenue

Indicateur	127 ventes brut ($)	127 ventes ajusté ($)	5 comparables ($)	Retenu (poids)
Prix par logement × 3	843 000	900926[a]	918 000	comparables (0,40)
Multiplicateur × RBP contractuel	829 110	888 878	922 396	comparables (0,35)
Capitalisation du RNE_1	695 078	729 549	741 884	ajusté ρ (0,25)
Prix au m² × 262 m²	838 400	—	878 415	contrôle (0)

Indication pondérée : $0{,}40 \times 918\,000 + 0{,}35 \times 922\,396 + 0{,}25 \times 729\,549 = 872\,426\,\$$, arrondie au 5 000 $ près à 870 000 $.

Ratios implicites de l'indication pondérée : taux global 2,53 % ; multiplicateur 20,86 ; 290 809 $ par logement ; 3 330 $/m².

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch32_plex.py`, fonction `indications` ; colonne « ajusté » : taux et multiplicateur ajustés au loyer relatif du sujet par régression ; [a] indexation à la date d'évaluation au rythme de 7,29 % par an sur l'ancienneté médiane de 11,3 mois, non un ajustement de loyer relatif ; graine 20261031

L'écart entre l'indication par capitalisation (729 549 $) et celle par le prix par logement (918 000 $) est de 20,5 %, et il faut l'expliquer avant de pondérer. La cause principale est la structure de dépenses du sujet. Le taux ajusté de 3,02 % a été extrait de ventes dont le ratio de dépenses médian est de 35,7 % ; appliqué au revenu net du sujet, dont le ratio est de 45,7 %, il « pénalise » le sujet pour ses coûts fixes élevés, sa gestion imputée et sa réserve, alors que les acheteurs du marché ne les comptent pas de cette façon. Si l'on recalcule le revenu

net du sujet avec le ratio médian des ventes, soit 26 091 $, la capitalisation au même taux donne 863 880 $, à six pour cent des indications par comparaison : les deux tiers de l'écart viennent de là. Le reste tient au temps et au lieu : les comparables sont des triplex de Limoilou vendus au cours des neuf derniers mois, alors que le taux a été estimé sur quatre quartiers et vingt-quatre mois. L'indication par capitalisation n'est pas fausse ; elle dit ce que vaudrait le sujet pour un acheteur qui raisonnerait sur son revenu net normalisé au taux d'un marché d'occupants. C'est précisément parce que l'acheteur probable du sujet ne raisonne pas ainsi que son poids est limité à 25 %.

La pondération de la section 32.4 donne

$$\hat{V} = 0{,}40 \times 918\,000\,\$ + 0{,}35 \times 922\,396\,\$ + 0{,}25 \times 729\,549\,\$ = 872\,426\,\$ \approx 870\,000\,\$, \quad (32.12)$$

soit 290 809 $ par logement, 3 330 $/m², un multiplicateur implicite de 20,86 et un taux global implicite de 2,53 % sur le revenu net normalisé. Ces trois ratios implicites tombent dans les fourchettes de l'échantillon et, pour le multiplicateur, entre la médiane des 127 ventes et celle des comparables ; c'est la vérification de vraisemblance minimale. L'indication pondérée excède de 76,2 % la valeur au rôle fictif de 495 000 $, dont la date de référence est le 1er juillet 2023 : dans un marché où les plex de la région ont progressé de dix-sept pour cent en un an et où le rôle de Québec a crû de 23,5 % en trois ans, un tel rapport n'a rien d'anormal, et le chapitre 9 rappelle que la valeur au rôle n'est ni une indication ni un plafond. Le chapitre 46 reprendra ces indications dans le dossier complet, y ajoutera les ajustements explicites du chapitre 17 sur les cinq comparables et la vérification par le coût, et conclura ; les chiffres retenus ici sont ceux qu'il devra retrouver. Le chapitre 46 conclut à 920 000 $, dans une fourchette de 870 000 $ à 970 000 $: l'écart de 50 000 $ (5,7 %) avec l'indication pondérée du présent chapitre tient, pour environ 41 000 $, à la grille d'ajustements complète (indexation des cinq ventes à la date d'évaluation, âge et superficie) qui remplace la médiane brute des prix par logement, et, pour environ 4 600 $, au recalcul des taxes aux tarifs de 2026 ; l'indication par le multiplicateur y est identique et le reste est l'arrondi.

32.5.5 Lecture économique : prime d'occupation et taux implicite

L'équation (32.1) permet de lire l'indication pondérée. En empruntant un taux d'investisseur $R^{*} = 5{,}00\,\%$, borne basse de la fourchette de CBRE pour le multirésidentiel de basse hauteur de catégorie B à Québec au troisième trimestre de 2026, la valeur d'investissement du sujet aux loyers en place serait de $22\,033{,}96\,\$ / 0{,}05 = 440\,679\,\$$; la valeur du rattrapage, si les loyers étaient immédiatement au marché, de $(29\,017{,}96\,\$ - 22\,033{,}96\,\$)/0{,}05 = 139\,680\,\$$; et la prime d'occupation, résidu, de 292 067 $, soit 33,5 % de l'indication. En taux, (32.2) se lit : de 5,00 % pour l'investisseur, le taux au marché $R_m = 29\,017{,}96\,\$ / 872\,426\,\$ = 3{,}33\,\%$ retranche 167 points de base de prime d'occupation, et le taux aux loyers en place $R_c = 2{,}53\,\%$ en retranche 80 de plus pour les loyers sous le marché. Cette lecture dépend entièrement de R^{*}, qui est une hypothèse déclarée et non une observation du marché des plex ; avec 4,50 %, la prime tomberait à 26 % de la valeur, avec 5,50 % elle monterait à 39 %. Elle a néanmoins une vertu pratique : elle dit à l'évaluateur qu'un investisseur pur n'achèterait pas ce triplex à 870 000 $, et la vérification par le financement le confirme. Un acheteur qui financerait 80 % du prix par un prêt non assuré à 4,58 % sur vingt-cinq ans devrait un service de dette annuel de 46 598 $, plus du double du revenu net normalisé de 22 034 $: le ratio de couverture serait de 0,47 et le flux de trésorerie avant impôt de −24 564 $ par année. Aucun prêteur d'im-

meubles collectifs ne financerait cette acquisition sur le revenu ; seul un acheteur-occupant, qualifié sur son propre revenu et aidé des loyers, peut la porter.

32.5.6 Le financement et le coût d'occupation de l'acheteur-occupant

Le tableau 32.7 décrit l'achat du triplex au prix arrondi de 870 000 $ par un ménage qui reprendra le logement du rez-de-chaussée à l'échéance de son bail, le 30 juin 2027, après l'avis prévu par le Code, et qui conservera les deux autres locataires. La mise de fonds minimale d'un prêt assuré est, par (32.3), de $0{,}05 \times 500\,000\,\$ + 0{,}10 \times 370\,000\,\$ = 62\,000\,\$$, soit 7,1 % du prix ; le prêt est de 808 000 $ (ratio prêt-valeur de 92,9 %, prime d'assurance non comprise). Au taux assuré de 4,12 % composé semestriellement et amorti sur vingt-cinq ans, le taux mensuel équivalent est $i_m = (1{,}0206)^{1/6} - 1 = 0{,}340\,6\,\%$ et le versement mensuel de 4 302,97 $, soit 51 635,62 $ par année et une constante hypothécaire de 6,39 %. La première année, 32 654,64 $ de ces versements sont des intérêts et 18 980,98 $ du remboursement de capital ; après cinq ans, le solde est de 704 858,60 $ et le capital remboursé de 103 141,40 $, soit 20 628,28 $ par année en moyenne. Pour la qualification, le taux admissible minimal du BSIF, appliqué ici par analogie pour illustrer l'effet d'un test de résistance, serait de $\max(4{,}12\,\% + 2\,\%,\ 5{,}25\,\%) = 6{,}12\,\%$ et le versement mensuel de référence de 5 227,41 $, supérieur de 21,5 % au versement contractuel.

Le coût net d'occupation, par (32.5), est de 42 385,26 $ par année ou 3 532,11 $ par mois : c'est ce que le ménage décaisse, tout compris, pour habiter le rez-de-chaussée une fois encaissés les loyers des deux autres logements. En retranchant le remboursement de capital, qui est une épargne, le coût économique mensuel est de 1 813,08 $, à comparer au loyer de marché de 1 430 $ du logement occupé : habiter en propriétaire coûte ici 26,8 % de plus que louer un logement équivalent, écart que le ménage accepte en échange de la propriété d'un immeuble dont il anticipe l'appréciation et dont les loyers suivront, lentement, le marché. Le résultat dépend de trois paramètres que la section 32.6 fait varier : le taux hypothécaire, la mise de fonds et la croissance des loyers. Il dépend aussi d'une hypothèse que le rapport doit expliciter : la reprise du rez-de-chaussée suppose un propriétaire personne physique, seul ou avec son conjoint, un locataire qui ne bénéficie pas de la protection de l'art. 1959.1 C.c.Q., un avis dans les délais et, en cas de refus, une autorisation du Tribunal (section 32.2.2). Si l'acheteur occupait plutôt le deuxième étage, dont le loyer contractuel est plus élevé, il renoncerait à 141 $ de plus par mois de loyers perçus et son coût net serait de 3 668,88 $ par mois (exercice 32.4).

32.6 Analyse de sensibilité

Les indications de la section 32.5 dépendent de quatre paramètres : le niveau des loyers par rapport au marché, le taux global, la mise de fonds et le taux hypothécaire. Le tableau 32.8 et la figure 32.5 en mesurent l'effet.

Le panneau A du tableau appelle une dérivation. L'indication par le multiplicateur est proportionnelle au revenu brut : son élasticité par rapport aux loyers est de un. L'indication par capitalisation à taux fixe a une élasticité plus grande, parce que les dépenses sont en majorité fixes : de $\hat{V} = [RBP(1 - v) - DE]/R$, on tire

$$\frac{\partial \hat{V}}{\partial RBP} \cdot \frac{RBP}{\hat{V}} = \frac{RBP(1-v)}{RNE_1} = \frac{RBE}{RNE_1} = \frac{40\,577\,\$}{22\,034\,\$} = 1{,}84, \tag{32.13}$$

Tableau 32.7. Cas 2 : financement résidentiel assuré de l'acheteur-occupant au prix de 870 000 $ et coût net d'occupation du logement du rez-de-chaussée (reprise à l'échéance du bail ; première année ; données synthétiques)

Élément	Montant ($)	Base
Prix	870 000,00	indication pondérée arrondie
Mise de fonds minimale assurée (7,1 %)	62 000,00	(32.3), Finances Canada 2024
Prêt (RPV 92,9 %, prime d'assurance exclue)	808 000,00	
Versement mensuel à 4,12 %, 25 ans, comp. semestrielle	4 302,97	(32.4)
Service annuel de la dette (SD ; constante 6,39 %)	51 635,62	
dont intérêts de la première année	*32 654,64*	
dont capital remboursé la première année	*18 980,98*	
Versement mensuel au taux admissible minimal (6,12 %)	5 227,41	test de résistance, par analogie
Dépenses d'exploitation supportées (DE', hors gestion imputée)	16 920,00	tableau 32.4 sans la gestion
Coût d'opportunité de la mise de fonds (3,58 %)	2 219,60	obligation du GdC 5 ans, 2026-10-29
Loyers des deux autres logements, nets de 3 % ($L_{-k}(1-v)$)	−28 389,96	$(1\,188 + 1\,251) \times 12 \times 0{,}97$
Coût net d'occupation annuel C_{occ}	**42 385,26**	(32.5)
Coût net d'occupation mensuel	3 532,11	
Capital remboursé, moyenne mensuelle des cinq premières années	−1 719,02	épargne, non un coût
Coût économique mensuel d'occupation, hors capital	**1 813,08**	
Loyer de marché estimé du logement occupé (5½, 92 m^2)	1 430,00	dossier cas 2

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch32_plex.py`, fonctions `financement_occupant` et `cout_occupation` (`traite.finance.Hypotheque`, `taux_admissible_minimal`) ; taux : Banque du Canada 2026b ; Banque du Canada 2026c ; graine 20261031

Tableau 32.8. Cas 2 : sensibilité des indications de valeur au loyer relatif et au taux global, et du coût d'occupation au financement (données synthétiques)

ρ	RBP ($)	RNE_1 ($)	Taux aj. (%)	Cap. aj. ($)	Cap. méd. ($)	MRB comp. ($)
A. Niveau des loyers du sujet (dépenses inchangées sauf la gestion imputée)						
0,85 (sujet)	41 932	22 127	3,03	731 244	698 021	924 605
0,90	44 399	24 424	3,17	771 019	770 478	978 994
0,95	46 865	26 721	3,31	807 385	842 936	1 033 382
1,00 (marché)	49 332	29 018	3,45	840 764	915 393	1 087 771
B. Taux global appliqué au revenu net normalisé de 22 034 $						
Taux (%)	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75
Valeur ($)	881 358	801 235	734 465	677 968	629 542	587 572

C. Financement de l'acheteur-occupant au prix de 870 000 $ (reprise du rez-de-chaussée)

Scénario	Mise ($)	Taux (%)	Versement ($/mois)	Coût net ($/mois)	Hors capital ($/mois)
Assuré, mise minimale, 25 ans (référence)	62 000	4,12	4 302,97	3 532,11	1 813,08
Assuré, mise minimale, 30 ans (1er acheteur)	62 000	4,12	3 897,25	3 126,39	1 856,64
Assuré, mise de fonds de 10 %	87 000	4,12	4 169,83	3 473,55	1 807,72
Non assuré, mise de fonds de 20 %	174 000	4,58	3 883,19	3 446,46	2 044,28
Assuré, mise minimale, taux $+100$ pb	62 000	5,12	4 754,72	3 983,85	2 458,56
Assuré, mise minimale, taux $+200$ pb	62 000	6,12	5 227,41	4 456,55	3 108,26

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch32_plex.py`, fonction `sensibilite` ; panneau A : « Cap. aj. » = capitalisation au taux ajusté à ρ, « Cap. méd. » = capitalisation au taux médian des 127 ventes, « MRB comp. » = multiplicateur médian des cinq comparables × RBP ; $\rho = 0{,}85$ arrondi, le sujet est à 0,848 ; panneau C : coût d'opportunité de la mise de fonds à 3,58 %, loyers des autres logements inchangés ; graine 20261031

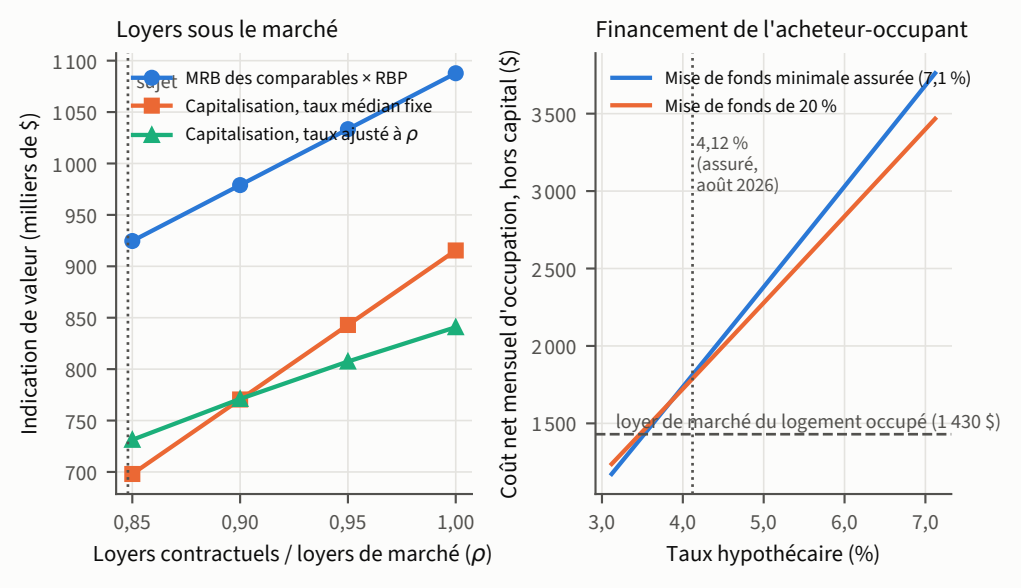


FIGURE 32.5. À gauche, les trois indications de valeur du triplex selon le niveau des loyers par rapport au marché : l'indication par le multiplicateur croît proportionnellement aux loyers, la capitalisation à taux fixe croît plus vite (levier opérationnel des dépenses fixes) et la capitalisation au taux ajusté croît moins vite, parce que le marché cesse de payer un potentiel qui n'existe plus. À droite, le coût économique mensuel d'occupation, hors remboursement de capital, selon le taux hypothécaire pour deux mises de fonds, comparé au loyer de marché du logement occupé.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch32_figures.py`, graine 20261031

ce qui est le levier opérationnel de l'immeuble : une hausse de un pour cent des loyers accroît le revenu net, donc la valeur capitalisée, de près de deux pour cent (un peu moins dans le tableau, parce que la gestion imputée suit le revenu). Lorsque le taux est ajusté au loyer relatif, en revanche, la valeur ne croît que de 731 244 $ à 840 764 $ entre $\rho = 0{,}85$ et $\rho = 1$, soit quinze pour cent pour dix-huit pour cent de loyers : la hausse du revenu net est en partie compensée par la hausse du taux, parce qu'un immeuble loué au marché n'offre plus de potentiel à payer. C'est la traduction chiffrée de la proposition 32.1, et c'est aussi une mise en garde : capitaliser les loyers de marché du sujet au taux médian des ventes sous-louées, ce que fait la colonne « taux médian » à $\rho = 1$, surévalue le sujet de 74 629 $ par rapport à la capitalisation cohérente.

Le panneau B rappelle l'élasticité unitaire de la valeur au taux établie au chapitre 29 : à un niveau de taux de trois pour cent, vingt-cinq points de base déplacent la valeur de huit pour cent, contre cinq à six pour cent à quatre et demi pour cent. Plus le taux est bas, plus chaque point de base pèse, et c'est une raison supplémentaire de ne pas faire reposer la conclusion d'un plex sur la seule capitalisation : l'incertitude d'un taux extrait d'un marché bruyant, dont l'écart interquartile est ici de 86 points de base, se traduit par une fourchette de valeur de plus ou moins douze pour cent autour de la médiane.

Le panneau C mesure ce qui préoccupe l'acheteur type. Le taux hypothécaire domine : cent points de base de plus portent le coût économique d'occupation de 1 813 $ à 2 459 $ par mois, deux cents points de base à 3 108 $, soit plus du double du loyer de marché du logement occupé. La mise de fonds compte moins qu'on ne le croit : passer de la mise minimale à vingt pour cent réduit le versement de 420 $ par mois, mais immobilise 112 000 $ de plus dont le coût d'opportunité, même au rendement des obligations fédérales, efface la moitié du gain, et le prêt non assuré coûte 46 points de base de plus ; au total, le coût économique hors capital *augmente*. L'amortissement sur trente ans, réservé aux premiers acheteurs, abaisse le versement de 406 $ par mois mais accroît légèrement le coût économique, parce qu'une part plus grande de chaque versement est de l'intérêt. Ces résultats expliquent pourquoi la demande de plex est si sensible aux taux et pourquoi un marché de plex peut se retourner plus vite que celui des immeubles de rapport lorsque le coût du crédit résidentiel monte : l'acheteur marginal qualifie au taux admissible minimal, et son coût d'occupation, non le taux global, est la variable qui ferme ou ouvre le marché.

Erreurs fréquentes

- **Évaluer un duplex ou un triplex par la seule capitalisation du revenu net**, au taux d'un marché d'immeubles de rapport ou à un taux « construit » par la bande d'investissement. Le résultat sous-estime systématiquement ce que paient les acheteurs-occupants ; la comparaison doit dominer et le revenu contrôler.
- **Appliquer un multiplicateur ou un taux médian sans tenir compte du loyer relatif.** Un sujet sous-loué de quinze pour cent mérite un taux plus bas et un multiplicateur plus élevé que la vente médiane sous-louée de cinq ; la régression sur le loyer relatif, ou une sélection de comparables au loyer relatif voisin, est indispensable.
- **Comparer des multiplicateurs calculés sur des bases différentes** : revenu brut potentiel de la fiche de courtage pour les uns, revenu brut effectif ou revenu « aux loyers de marché » pour les autres. Le multiplicateur de l'ouvrage est toujours le

prix sur le revenu brut potentiel contractuel.
- **Capitaliser les loyers de marché du sujet** alors que les baux sont en place et que la fixation ne tient pas compte de la valeur locative : surévaluation de 74 629 $ dans l'exemple à taux médian fixe.
- **Valoriser une reprise de logement sans en vérifier les conditions** : propriétaire personne physique, indivision limitée au conjoint (art. 1958), protection des locataires aînés (art. 1959.1), délais d'avis, bonne foi. La faculté de reprise fait partie de la prime d'occupation, mais elle n'existe pas pour tous les acheteurs ni pour tous les logements.
- **Confondre reprise et éviction.** Le moratoire de la Loi 65 (jusqu'au 6 juin 2027) et l'indemnité de trois à vingt-quatre mois de loyer de l'art. 1965 visent l'éviction de l'art. 1959, non la reprise de l'art. 1957.
- **Transposer au plex les ratios de financement des immeubles collectifs** (RCD, RPV de 75 %) : l'acheteur-occupant est qualifié sur son revenu, avec une mise de fonds de cinq à dix pour cent, et le ratio de couverture du sujet, 0,47 à 80 % de financement, est sans pertinence pour lui.
- **Négliger les coûts fixes par logement** des petits immeubles dans la normalisation des dépenses, ou au contraire imputer gestion et réserve au sujet alors que les taux ont été extraits de ventes où elles ne l'étaient pas (chapitre 29).
- **Présenter le prix par logement comme une mesure de la valeur de chaque logement**, par exemple pour une conversion en copropriété divise : la conversion exige l'autorisation du Tribunal, est interdite dans l'agglomération de Montréal sauf dérogation et ouvre un droit de préemption aux locataires (Québec 2020a, art. 51 à 54.13) ; le chapitre 42 en traite.

Limites et mises en garde

Les données du cas 2 sont synthétiques. Le jeu de ventes a été normalisé à la médiane publiée par l'APCIQ pour le secteur La Cité–Basse-Ville et Limoilou au 1er juillet 2024, date de normalisation retenue par le générateur (et non la date de référence du rôle 2025-2027, qui est le 1er juillet 2023), puis indexé au rythme annuel composé de la variation du rôle ; les prix fictifs de 2026 excèdent donc la médiane de 647 500 $ publiée pour le troisième trimestre de 2026, et aucun des chiffres de ce chapitre ne décrit le marché réel de Limoilou. Les relations entre loyer relatif, taux et multiplicateur sont des propriétés des lois de génération déclarées ; leur forme (dépenses proportionnelles, décote de loyer liée à l'ancienneté) est plausible mais non estimée sur données réelles, et les coefficients de la figure 32.4 ne doivent pas être transposés. La prime d'occupation de la section 32.5 dépend d'un taux d'investisseur emprunté à la fourchette de CBRE pour des immeubles plus grands ; c'est une hypothèse de lecture, non une mesure. Les montants de dépenses du dossier sont des montants normalisés fournis avec le cas ; la normalisation poste par poste, en particulier des taxes à partir des tarifs 2026 de la Ville de Québec, est faite au chapitre 46. En matière de financement, la part des loyers admise par les prêteurs dans la qualification de l'emprunteur n'a pas été vérifiée dans un texte public et n'est pas chiffrée ; le taux admissible minimal cité est celui que le

BSIF impose aux prêts non assurés, appliqué ici par analogie ; la prime d'assurance prêt hypothécaire et les droits de mutation ne sont pas modélisés. Le délai d'avis de reprise de logement (art. 1960 C.c.Q.) n'a pas été revérifié au dépôt et est cité sans détail ; l'état du moratoire de la Loi 65 doit être revérifié après le 6 juin 2027, et un avis de fin anticipée peut intervenir plus tôt si le taux d'inoccupation atteint trois pour cent. Enfin, l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL ne couvre que les immeubles de trois logements et plus ; les loyers de marché des duplex n'ont pas de référence officielle et doivent être estimés par l'évaluateur.

À retenir

- Le petit plex est un bien hybride : son acheteur type est un occupant qui devient locateur, financé par un prêt résidentiel assuré (mise de fonds de 5 à 10 %, plafond de 1,5 M$, taux assuré de 4,12 % en août 2026) et qui raisonne en coût net d'occupation, non en taux de rendement.
- Prix = valeur d'investissement aux loyers en place + valeur du rattrapage + prime d'occupation ; en taux, $R_c = R^* - (R^* - R_m) - (R_m - R_c)$. Les taux extraits des ventes de plex sont bas (médiane de 3,17 % dans le cas 2) et les multiplicateurs élevés (19,68) pour ces deux raisons, et non par erreur.
- Avec des dépenses proportionnelles, $R_c = \rho R_m$ et $MRB_c = MRB_m/\rho$; avec des dépenses fixes, $R_c = R_m - (1-\rho)(1-v)/MRB_m$. Les taux et multiplicateurs doivent être ajustés au loyer relatif du sujet (régression $R = a + b(\rho - 1)$: $a = 3{,}45\,\%$, $b = 0{,}028\,4$ dans le cas 2).
- Le droit évalué est le droit du locateur grevé des baux ; la reprise de logement (art. 1957 C.c.Q.) est réservée au propriétaire personne physique, exclue en indivision sauf entre conjoints (art. 1958) et bloquée pour les locataires aînés protégés (art. 1959.1) ; elle est distincte de l'éviction, seule visée par le moratoire de la Loi 65.
- Comparaison dominante, revenu en contrôle : pour le triplex du cas 2, prix par logement des cinq comparables 918 000 $, multiplicateur 922 396 $, capitalisation au taux ajusté 729 549 $; pondération 40/35/25 : 872 426 $ ≈ 870 000 $, taux implicite 2,53 %, multiplicateur implicite 20,86. Les indications brutes des 127 ventes (829 110 $, 695 078 $, 843 000 $) sous-estiment parce qu'elles ignorent le loyer relatif, la date et le quartier ; l'écart de la capitalisation tient surtout à la structure de dépenses du sujet.
- Coût net d'occupation de l'acheteur du rez-de-chaussée : 3 532 $ par mois, 1 813 $ hors capital, contre un loyer de marché de 1 430 $; le taux hypothécaire domine la sensibilité (plus 646 $ par mois par point de taux), la mise de fonds compte peu.

Exercices

Exercice 32.1 — Multiplicateur, taux et identité ★

Un duplex de Saint-Sauveur s'est vendu 585 000 $; ses deux logements sont loués 1 300 $ par mois chacun, l'inoccupation et les pertes sont estimées à trois pour cent et les dépenses totales, réserve comprise, à 38 % du revenu brut effectif. Calculez le revenu brut potentiel, le revenu brut effectif, le revenu net d'exploitation, le multiplicateur du revenu brut, le prix par logement et le taux global extrait. Vérifiez l'identité (32.7). Expliquez pourquoi deux duplex de même multiplicateur peuvent avoir des taux différents.

Exercice 32.2 — Mise de fonds minimale d'un prêt assuré ★

À l'aide de l'équation (32.3), calculez la mise de fonds minimale, le prêt et la mise de fonds en pourcentage du prix pour un duplex de 450 000 $, un triplex de 843 000 $ et un quadruplex de 1 200 000 $ achetés par un occupant avec un prêt assuré. Que se passe-t-il pour un quintuplex de 1 600 000 $? Quelle mise de fonds conventionnelle de vingt pour cent exigerait-il, et en quoi cela change-t-il le profil de l'acheteur probable ?

Exercice 32.3 — Décomposition du taux extrait ★★

Un triplex s'est vendu 717 000 $. Ses loyers contractuels moyens sont de 1 215 $ par mois et le marché est estimé à 1 430 $; l'inoccupation est de 2,4 % et les dépenses d'exploitation, fixes, de 17 500 $ par année. Calculez le loyer relatif ρ, les revenus nets aux loyers contractuels et aux loyers de marché, les taux extraits R_c et R_m, le multiplicateur au marché MRB_m et vérifiez l'équation (32.8). Quel taux R_c aurait-on obtenu si les dépenses étaient proportionnelles au revenu ? Commentez l'écart entre les deux cas.

Exercice 32.4 — Coût d'occupation selon le logement repris ★★

Reprenez le financement du tableau 32.7. L'acheteur envisage d'occuper le deuxième étage (loyer contractuel de 1 188 $) plutôt que le rez-de-chaussée (1 047 $), les deux logements ayant le même loyer de marché estimé de 1 430 $. Calculez les loyers nets perçus, le coût net d'occupation annuel et mensuel et le coût économique hors capital dans les deux cas, et expliquez pourquoi il est rationnel, pour un acheteur-occupant, de reprendre le logement dont le loyer contractuel est le plus bas. Quelle condition juridique cette décision doit-elle respecter ?

Exercice 32.5 — Régression du taux sur le loyer relatif ★★★

À l'aide du script `analysis/python/cases/ch32_plex.py` et du fichier `cas2_quebec_ventes_plex.csv`, estimez la régression (32.9) sur les 127 ventes et

retrouvez a et b. Calculez le taux ajusté pour le sujet ($\rho_s = 0{,}848$) et la valeur capitalisée correspondante ; comparez-la à la capitalisation au taux médian. Ajoutez l'état et le nombre de logements comme régresseurs et commentez le changement des coefficients et du R^2. Enfin, estimez la régression du logarithme du multiplicateur sur $\rho - 1$ et vérifiez que la pente est proche de la valeur prédite par la proposition 32.1 pour des dépenses proportionnelles.

Exercice 32.6 — Pondérations alternatives et fourchette ★★★

Les trois indications retenues pour le triplex du cas 2 sont 918 000 $ (prix par logement), 922 396 $ (multiplicateur) et 729 549 $ (capitalisation au taux ajusté). Calculez l'indication pondérée avec (a) les poids retenus 40/35/25, (b) des poids égaux, (c) des poids « revenu dominant » 20/20/60 et (d) la comparaison seule 50/50/0. Discutez, pour chaque jeu de poids, le profil d'acheteur et le type d'immeuble auquel il conviendrait, puis rédigez (150 mots) la justification de la pondération que vous retiendriez pour le sujet et la fourchette que vous présenteriez au rapport.

Exercice 32.7 — Valeur actualisée du manque à gagner et faculté de reprise ★★★

Le rez-de-chaussée du cas 2 est loué 1 047 $ par mois contre un marché estimé à 1 430 $. Supposez que le loyer contractuel croît au pourcentage de base du Tribunal (3,1 % par année) et le loyer de marché de 3,5 % par année, et actualisez à six pour cent. Calculez la valeur actualisée du manque à gagner annuel (écart entre le loyer de marché et le loyer contractuel, perçu en fin d'année) si le bail est reconduit pendant un an, trois ans et dix ans avant que le logement ne soit reloué ou repris au marché. Comparez le résultat sur dix ans à la prime d'occupation de 292 067 $ estimée à la section 32.5 et à l'indication pondérée ; que concluez-vous sur la part du prix des plex qu'explique le rattrapage des loyers ? Quelles conditions du Code civil l'acheteur doit-il remplir pour que la reprise soit possible ?

Pour aller plus loin

Le traitement des petits immeubles locatifs dans la pratique nord-américaine demeure celui de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026), qui consacre au multiplicateur du revenu brut et à la comparaison par unité des développements que l'édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) adapte ; Fisher et Martin (2007) donnent l'exposé le plus clair des limites du multiplicateur et de son articulation avec le taux global. Sur la sélection et la pondération des comparables dans un marché où les ventes proches sont rares, Isakson (1986) et Vandell (1991) restent les références théoriques (chapitre 16). La théorie du coût d'usage du logement en propriété, qui fonde la lecture de la prime d'occupation, est due à Poterba (1984) et a été appliquée aux prix des logements par Himmelberg et al. (2005) ; Geltner et al. (2014) relient le taux global au rendement exigé et à la croissance anticipée. Sur la dépréciation des logements locatifs comparée à celle des logements occupés par leur

propriétaire, Shilling et al. (1991) apportent une mesure directe utile au chapitre 24. L'hétérogénéité des acheteurs sur le marché de Québec est étudiée par Kestens et al. (2006). Sur l'encadrement des loyers et ses effets sur les petits immeubles, on lira Smith (1988) pour l'Ontario, Diamond et al. (2019) pour San Francisco et la revue de Kholodilin (2024) ; le cadre théorique des contrôles de « deuxième génération », dont le régime québécois relève, est exposé par Arnott (1995). Enfin, les règles de financement citées dans ce chapitre se lisent directement dans le document d'information du ministère des Finances du Canada (Ministère des Finances Canada 2024) et sur les pages du Bureau du surintendant des institutions financières (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b ; Bureau du surintendant des institutions financières 2026a ; Bureau du surintendant des institutions financières 2017).

CHAPITRE 33

33

Immeubles de six logements et plus

Au-delà du cinquième logement, un immeuble d'habitation change de nature aux yeux de presque tous ceux qui s'en occupent : le prêteur cesse de le traiter comme une résidence et lui applique les règles du prêt commercial ; le courtier n'a plus à remplir le formulaire de déclarations du vendeur ; la municipalité, parfois, l'impose à un taux distinct ; le rôle d'évaluation le range dans une catégorie à part ; l'acheteur n'est plus un ménage qui cherche à se loger, mais un investisseur, petit ou grand, qui achète un flux de revenus. Le présent chapitre traite de ce segment, celui des immeubles de six logements et plus, qui va du sextuplex de quartier à la tour de plusieurs centaines d'appartements. Il ne refait pas le dossier complet du chapitre 47, qui conduit l'évaluation d'un douze logements montréalais de la définition du mandat jusqu'au rapport ; il en fournit plutôt le cadre : la structure du marché et de ses acteurs, la typologie des immeubles, les unités d'analyse propres au multilogement, la diligence raisonnable qu'exige un bien dont la valeur dépend de documents autant que de murs, et l'intégration des trois méthodes d'évaluation. Les données des cas 3 et 4 servent de fil conducteur : le douze logements du cas 3 est replacé dans la fourchette interrégionale du portefeuille du cas 4, et un immeuble de trente-six logements de ce portefeuille, situé à Gatineau, est évalué sommairement par capitalisation pour montrer, chiffres à l'appui, ce que la taille et la région font au taux et à la valeur par logement.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- situer les seuils juridiques, fiscaux et financiers qui séparent les immeubles de six logements et plus des petits plex, et en mesurer les conséquences sur la valeur ;
- décrire la structure du marché multirésidentiel québécois, ses acteurs privés et institutionnels, leurs modes de financement et la liquidité de chaque tranche de taille, à partir des données publiques disponibles en 2026 ;
- classer un immeuble dans une typologie opérante (immeuble sans ascenseur, conciergerie, tour, construction neuve) et relier cette typologie aux loyers, à l'inoccupation, aux dépenses et aux taux observés ;
- choisir et interpréter les unités d'analyse du multilogement, par logement, par mètre carré, par chambre et par dollar de revenu, en connaissant leurs biais ;

- conduire une diligence raisonnable structurée sur les baux, l'état locatif, les taxes, les assurances, l'environnement, le bâtiment et la conformité réglementaire ;
- intégrer la méthode du revenu, la comparaison par unité et la méthode du coût selon le type d'immeuble et la fin de l'évaluation ;
- mesurer l'effet de la taille, de la région et de l'état sur le taux global au moyen d'une régression déclarée, et en tirer une analyse de sensibilité.

Données synthétiques — cas 3 et cas 4

Les exemples chiffrés de ce chapitre reposent sur deux dossiers *synthétiques* de l'ouvrage. Le cas 3 (`data/synthetic/cas3_montreal_*`) est l'immeuble fictif de douze logements de Rosemont–La Petite-Patrie dont le chapitre 47 fait le dossier complet, avec ses quarante ventes comparables d'immeubles de 6 à 30 logements. Le cas 4 (`cas4_portefeuille.csv`) est un portefeuille fictif de 48 immeubles de 6 à 72 logements répartis dans six régions métropolitaines (Montréal, Québec, Gatineau, Sherbrooke, Trois-Rivières, Saguenay), avec pour chacun le revenu net d'exploitation normalisé de 2026, le taux global, la valeur, la dette et des indicateurs de risque ; il est étudié en détail au chapitre 48. Les deux jeux ont été générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine `20261031`, selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` : les taux régionaux sont calibrés sur les fourchettes publiées par CBRE pour Montréal et Québec au troisième trimestre de 2026, et, faute de publication, posés par hypothèse pour les quatre autres régions ; les loyers et l'inoccupation le sont sur l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL d'octobre 2025. Les effets de taille, d'état et de région estimés dans ce chapitre sont donc des propriétés du jeu synthétique, utiles pour apprendre la méthode, et non des mesures du marché réel. Les données de la SCHL par taille d'immeuble et par année de construction (section 33.3) sont, elles, réelles et citées avec leur source. Tous les chiffres sont recalculés par `analysis/python/cases/ch33_six_logements.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch33.py`.

33.1 Un segment à part : seuils et conséquences

33.1.1 Pourquoi six

Le chiffre de six n'a rien d'arbitraire au Québec, même s'il ne correspond à aucune définition unique. Il résulte de la superposition de plusieurs seuils, dont la plupart sont fixés à cinq logements et séparent donc, en pratique, les immeubles de « un à cinq logements » des immeubles de « six logements et plus ». Le tableau 33.1 les rassemble. Le plus structurant est financier : l'assurance prêt hypothécaire de la SCHL destinée aux propriétaires-occupants et aux petits investisseurs vise les habitations de un à quatre logements, tandis que les produits d'assurance pour « immeubles collectifs », dont le programme APH Select, exigent un minimum de cinq logements (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a). Un immeuble de six logements est ainsi, pour le prêteur, un prêt commercial : la décision de crédit repose sur le revenu net de l'immeuble et sur le ratio de couverture de la dette, non sur le revenu de l'emprunteur, et l'évaluation exigée est celle d'un immeuble de

placement, conforme aux pratiques que la ligne directrice B-20 du Bureau du surintendant des institutions financières demande aux prêteurs de documenter (Bureau du surintendant des institutions financières 2017). Le chapitre 31 a exposé la mécanique de ces prêts ; la section 47.11 l'a appliquée au douze logements.

Le second seuil est celui du courtage. Le formulaire obligatoire de déclarations du vendeur de l'Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec s'applique à l'« immeuble principalement résidentiel de moins de 5 logements » (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a) ; au-delà, le vendeur n'est pas tenu de remplir ce formulaire et l'acheteur, comme l'évaluateur, doit obtenir par lui-même les renseignements sur l'état de l'immeuble, les baux et les procédures en cours. Cette absence de déclaration normalisée est la première raison pour laquelle la diligence raisonnable, objet de la section 33.5, occupe une place si grande dans l'évaluation des immeubles de six logements et plus.

Le troisième seuil est fiscal, et il est municipal. La Loi sur la fiscalité municipale autorise les municipalités à imposer des taux variés selon des catégories d'immeubles (Québec 1979b, art. 244.29 et s.) ; la Ville de Québec applique en 2026 un taux de 0,769 7 $ par 100 $ d'évaluation aux immeubles résidentiels de six logements et plus, contre 0,746 4 $ aux immeubles de un à cinq logements, auxquels s'ajoutent des tarifs de 386 $ par logement pour l'aqueduc et l'égout et de 195 $ par logement pour les matières résiduelles (Ville de Québec 2026d). À Montréal, la catégorie « six logements et plus » existe au moins dans la présentation du rôle : lors du dépôt du rôle 2026-2028, la Ville a annoncé une hausse moyenne de 10,9 % pour les immeubles résidentiels de six logements et plus, contre 9,6 % pour le résidentiel de cinq logements ou moins (Ville de Montréal 2025b ; Ville de Montréal 2025a) ; l'existence d'un taux de taxation distinct pour cette catégorie n'a pu être vérifiée dans le document officiel des taux de 2026 et reste, comme au chapitre 47, une limite déclarée. À Gatineau, le rôle 2027-2029 déposé le 27 octobre 2026 attribue aux immeubles de six logements et plus une valeur médiane de 1 990 000 $, en hausse de 27,6 % sur trois ans selon les comptes rendus de presse du dépôt (Ville de Gatineau 2026d), hausse nettement supérieure à celle des unifamiliales (9,06 % pour la médiane) : le segment a son propre cycle.

Le quatrième seuil est statistique. L'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL ne couvre que les immeubles d'initiative privée de trois logements et plus, et elle publie ses résultats par tranche de taille d'immeuble, de « 3 à 5 » à « 100 et plus » (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) ; les immeubles de six logements et plus y sont donc décrits avec une précision que n'ont pas les plex. Les publications de taux de capitalisation des courtiers en immobilier commercial, enfin, ne concernent que ce segment, et surtout sa partie supérieure (CBRE Canada 2026). Le droit du logement, lui, ne connaît pas le seuil de six : le Code civil s'applique à tout bail de logement, quelle que soit la taille de l'immeuble, et la Loi sur le Tribunal administratif du logement ne distingue que l'« ensemble immobilier », défini comme plusieurs immeubles situés à proximité, comprenant ensemble plus de douze logements et administrés en commun (Québec 2020a, art. 45). Le seuil de six est donc une convention de marché et d'institutions financières, et c'est en ce sens que l'ouvrage l'emploie.

Définition 33.1 : Immeuble de six logements et plus

Dans cet ouvrage, un **immeuble de six logements et plus** est un immeuble d'habitation locatif d'au moins six logements détenu par un seul propriétaire (ou en indivision) et exploité comme un placement : le propriétaire n'y occupe pas, en règle générale, un logement, et la valeur de l'immeuble se forme sur le marché des investisseurs. Il relève du financement commercial (prêt dimensionné par le revenu net et la couverture de la dette), échappe au formulaire de déclarations du vendeur, est décrit par la SCHL dans les tranches de 6 logements et plus et peut, selon la municipalité, être imposé à un taux distinct. Le segment se subdivise lui-même selon la taille, la hauteur et l'âge (section 33.3).

33.1.2 Ce que le seuil change dans la formation de la valeur

Trois conséquences économiques découlent de ces seuils. La première tient à la demande. Pour un plex de deux à cinq logements, une part importante des acheteurs sont des occupants qui paient pour se loger autant que pour un revenu, ce qui explique les multiplicateurs élevés et les taux extraits très bas que le chapitre 32 analyse pour le triplex du cas 2 ; dès six logements, l'acheteur-occupant disparaît presque, et le prix se forme entre investisseurs qui comparent le rendement de l'immeuble à celui d'autres placements. La valeur devient une fonction du revenu net et du taux exigé, et la méthode du revenu, dominante. La deuxième conséquence tient au financement : parce que le prêt est dimensionné par la couverture de la dette, le taux d'intérêt et l'amortissement offerts par le prêteur déterminent la capacité d'emprunt et, par là, le prix que les acheteurs endettés peuvent offrir ; la section 47.11 a montré qu'en 2026, avec une constante hypothécaire supérieure au taux de capitalisation, la couverture limite le prêt bien en deçà du ratio prêt-valeur offert. La troisième tient à l'information : sans déclaration du vendeur, l'état des lieux, des baux et des procédures doit être reconstitué par l'acheteur, et la qualité de cette reconstitution se paie dans le prix. Un immeuble dont les baux sont complets, les loyers justifiés et les dépenses documentées se vend mieux qu'un immeuble identique dont le dossier est lacunaire ; l'évaluateur doit savoir si le prix d'un comparable reflète un dossier propre ou une décote d'incertitude.

33.2 Le marché : acteurs privés et institutionnels

33.2.1 Deux marchés sous un même toit

Le marché des immeubles de six logements et plus n'est pas homogène. À une extrémité, des immeubles de six à une vingtaine de logements, souvent sans ascenseur, construits avant 1975, détenus par des particuliers ou de petites sociétés familiales, financés par des prêts de un à cinq millions de dollars, gérés par le propriétaire ou un gestionnaire local, et vendus par des courtiers résidentiels ou de petites équipes spécialisées. À l'autre, des immeubles de cinquante, cent ou plusieurs centaines de logements, avec ascenseurs, conciergerie et services, détenus par des sociétés de placement immobilier, des fonds, des caisses de retraite, des assureurs ou de grandes entreprises privées, financés par des prêts assurés par la SCHL ou par des émissions obligataires, gérés par des équipes professionnelles, et vendus de gré à

Tableau 33.1. Seuils qui séparent, en 2026, les immeubles de six logements et plus des petits immeubles résidentiels au Québec.

Domaine	Seuil	Conséquence pour l'évaluation et source
Assurance hypothécaire	1 à 4 logements (propriétaire-occupant) ; 5 logements et plus (immeubles collectifs, APH Select)	Prêt commercial dimensionné par le RNE et le RCD ; évaluation d'immeuble de placement exigée par le prêteur (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a ; Bureau du surintendant des institutions financières 2017)
Courtage	Formulaire DV obligatoire si « moins de 5 logements »	Aucune déclaration normalisée du vendeur au-delà : diligence raisonnable à la charge de l'acheteur et de l'évaluateur (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a)
Fiscalité municipale (Québec)	1 à 5 logements : 0,746 4 $/100 $; 6 et plus : 0,769 7 $/100 $ + tarifs par logement	Taxe recalculée au taux de la catégorie sur la valeur au rôle ; écart capitalisé dans la valeur (section 33.5) (Ville de Québec 2026d)
Rôle d'évaluation (Montréal)	Catégorie « 6 logements et plus » : +10,9 % au rôle 2026-2028 (vs +9,6 % pour 5 logements et moins)	Cycle propre au segment ; valeur au rôle établie libre de baux (Québec 1979b, art. 45.1) (Ville de Montréal 2025b)
Statistique (SCHL)	Enquête : 3 logements et plus ; tranches 3-5, 6-19, 20-49, 50-99, 100 et plus	Loyers, inoccupation et rotation disponibles par taille d'immeuble et par année de construction (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b)
Taux publiés (courtiers)	Multirésidentiel de catégorie A et B, tours et basse hauteur, Montréal et Québec seulement	Repères pour les immeubles institutionnels ; rien pour les quatre autres RMR (CBRE Canada 2026)
Droit du logement	Aucun seuil ; « ensemble immobilier » : plus de 12 logements en administration commune	Bail, reconduction et fixation identiques pour tous ; déclaration de l'ensemble immobilier dans l'avis au locataire (Québec 2020a, art. 45)

Source : compilation de l'auteur à partir des textes et pages cités, consultés le 31 octobre 2026 ; le taux de taxe montréalais propre aux « 6 logements et plus » n'a pas été vérifié.

gré ou par appel d'offres auprès d'un cercle restreint d'acheteurs qualifiés. Entre les deux, les immeubles de vingt à cinquante logements forment une zone de transition où se rencontrent les plus gros investisseurs privés et les plus petits acheteurs institutionnels.

Définition 33.2 : Marché institutionnel et marché privé

On appelle **marché institutionnel** le segment où les acheteurs sont des entités qui placent des capitaux pour le compte de tiers (sociétés de placement immobilier, fonds, caisses de retraite, assureurs), qui exigent une documentation complète, un rendement comparé à des indices et une liquidité suffisante pour entrer et sortir à grande échelle ; les immeubles y sont généralement d'au moins cinquante logements, ou regroupés en portefeuilles. On appelle **marché privé** le segment où les acheteurs sont des particuliers, des sociétés familiales ou de petits groupes d'investisseurs, qui achètent à l'unité, financent par emprunt hypothécaire de premier rang et gèrent souvent eux-mêmes. Cette distinction est une pratique courante, non une catégorie juridique ; elle importe parce que les deux marchés n'ont ni les mêmes acheteurs marginaux, ni le même coût du capital, ni la même liquidité, et donc pas les mêmes taux.

Les données publiques permettent de cerner les deux marchés sans les mesurer entièrement. Du côté institutionnel, les courtiers publient des fourchettes de taux de capitalisation par ville, par hauteur et par classe. Au troisième trimestre de 2026, CBRE situait le multirésidentiel montréalais entre 4,25 % et 4,75 % pour toutes les catégories (tours de classe A : 4,50 % à 4,75 % ; tours et basse hauteur de classe B : 4,25 % à 4,75 % ; basse hauteur de classe A et construction neuve : 4,50 % à 4,75 %), et celui de la ville de Québec dans une fourchette plus large et plus élevée, de 4,25 % à 6,00 % selon la catégorie, la basse hauteur de classe B se situant entre 5,00 % et 6,00 % (CBRE Canada 2026). Les moyennes nationales du même rapport étaient de 4,60 % pour les tours de classe A et de 4,99 % pour la basse hauteur de classe B, l'écart entre le taux moyen toutes catégories de propriétés et l'obligation du Canada à dix ans étant ramené à 256 points de base. Aucune fourchette n'est publiée pour Gatineau, Sherbrooke, Trois-Rivières ni Saguenay : pour ces marchés, l'évaluateur doit extraire lui-même ses taux, ce que l'exemple de la section 33.7 illustre. Du côté des volumes, Altus estimait à 2,9 milliards de dollars les investissements multirésidentiels dans la région de Montréal au premier semestre de 2026, en hausse de 30 % sur un an (Altus Group 2026c) ; la section 29.6 a replacé ces niveaux dans l'histoire des taux d'intérêt.

Du côté privé, aucune statistique de taux n'est publiée, mais les données de prix des petits immeubles sont abondantes : les plex de deux à cinq logements se sont vendus à un prix médian de 699 000 $ dans la province et de 860 500 $ dans la région de Montréal au troisième trimestre de 2026 selon l'APCIQ (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e), et de 622 000 $ sur douze mois selon les actes publiés au Registre foncier compilés par JLR (JLR 2026a). Ces chiffres concernent le marché des plex, non celui des six logements et plus, pour lequel il n'existe pas de médiane publiée ; ils montrent cependant la profondeur du marché des petits investisseurs québécois, qui constitue le réservoir d'acheteurs des immeubles de six à vingt logements. Le parc lui-même est connu par le recensement : au Québec, en 2021, 1 242 910 ménages, soit 33,2 % de l'ensemble, vivaient dans un appartement d'un immeuble de moins de cinq étages, contre 225 750 (6,0 %) dans un immeuble de cinq étages et plus et 271 240 (7,2 %) dans un duplex (Statistique Canada

2022c) ; le multirésidentiel québécois est d'abord un parc d'immeubles bas.

33.2.2 Taille, financement et liquidité

La taille d'un immeuble conditionne le cercle de ses acheteurs potentiels et, par là, sa liquidité. Un immeuble de huit logements à deux millions de dollars peut être acheté par des milliers d'investisseurs québécois disposant d'une mise de fonds de cinq à sept cent mille dollars ; un immeuble de cent logements à vingt-cinq millions ne l'est que par quelques dizaines d'acheteurs, pour lesquels la transaction est toutefois routinière. La liquidité n'est donc pas une fonction monotone de la taille : les très petits immeubles et les très grands se vendent dans des marchés profonds, chacun à leur manière, tandis que les immeubles intermédiaires, trop gros pour la plupart des particuliers et trop petits pour les institutions, peuvent connaître des délais d'exposition plus longs. Le financement renforce cette structure. Les prêts assurés par la SCHL, qui offrent les taux les plus bas (4,12 % pour les fonds avancés à taux fixe de cinq ans et plus en août 2026, contre 4,58 % pour les prêts non assurés (Banque du Canada 2026b)) et les amortissements les plus longs, sont accessibles dès cinq logements, mais leurs frais fixes et leurs exigences documentaires les rendent plus avantageux à mesure que le prêt grossit ; le programme APH Select, qui porte le ratio prêt-valeur jusqu'à 85 % ou 95 % et l'amortissement jusqu'à cinquante ans en échange d'engagements d'abordabilité, d'efficacité énergétique ou d'accessibilité (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a), est surtout utilisé par les acheteurs qui disposent des équipes nécessaires pour monter de tels dossiers. L'effet sur les taux est direct : à revenu net égal, un acheteur qui emprunte à 4,12 % sur quarante ans peut payer plus qu'un acheteur qui emprunte à 4,58 % sur vingt-cinq ans, et le taux de capitalisation des grands immeubles s'en trouve abaissé.

La recherche empirique sur les taux de capitalisation confirme que ces primes de taille et de liquidité existent, mais qu'elles sont secondaires par rapport aux conditions du marché local des logements et des marchés de capitaux (Sivitanidou et Sivitanides 1999 ; Sivitanides et al. 2003) ; la compression des taux de la décennie 2010 et leur remontée récente s'expliquent d'abord par le crédit et les primes de risque (Chervachidze et Wheaton 2013 ; Duca et Ling 2020). Dans les données synthétiques de l'ouvrage, l'**effet de taille** est volontairement modeste. Dans le cas 3, la régression du taux extrait sur l'état et le nombre de logements, présentée à la section 29.2, donne une pente de −2,27 points de base par logement supplémentaire dans la tranche de 6 à 30 logements ; dans le cas 4, la régression semi-logarithmique de la section 33.7 donne une élasticité du taux au nombre de logements de −0,032, de sorte qu'un doublement de la taille abaisse le taux d'environ 2,2 % de sa valeur, soit une douzaine de points de base. Le tableau 33.2 compare ces deux estimations ; le chapitre 48 reprend la seconde dans l'analyse du portefeuille. La figure 33.1 montre, sur le même graphique, les quarante ventes du cas 3 et les 48 immeubles du cas 4 : à taille égale, l'écart entre Montréal et les autres régions domine très largement l'effet de la taille, ce qui est la leçon centrale de ce chapitre pour l'évaluateur appelé à travailler hors des deux grandes régions.

Le bas du tableau 33.2 illustre un piège classique. Les taux médians par classe de taille dans le cas 4 ne décroissent pas régulièrement avec la taille : les immeubles de 36 à 48 logements ont un taux médian plus élevé que ceux de 24, et l'unique immeuble de 72 logements a le taux le plus élevé de tous. La raison n'est pas que les grands immeubles se vendent plus cher en rendement, mais que, dans ce portefeuille, les grands immeubles sont surtout situés à Québec, à Trois-Rivières et à Sherbrooke, où les taux sont plus élevés, et que celui de 72 logements

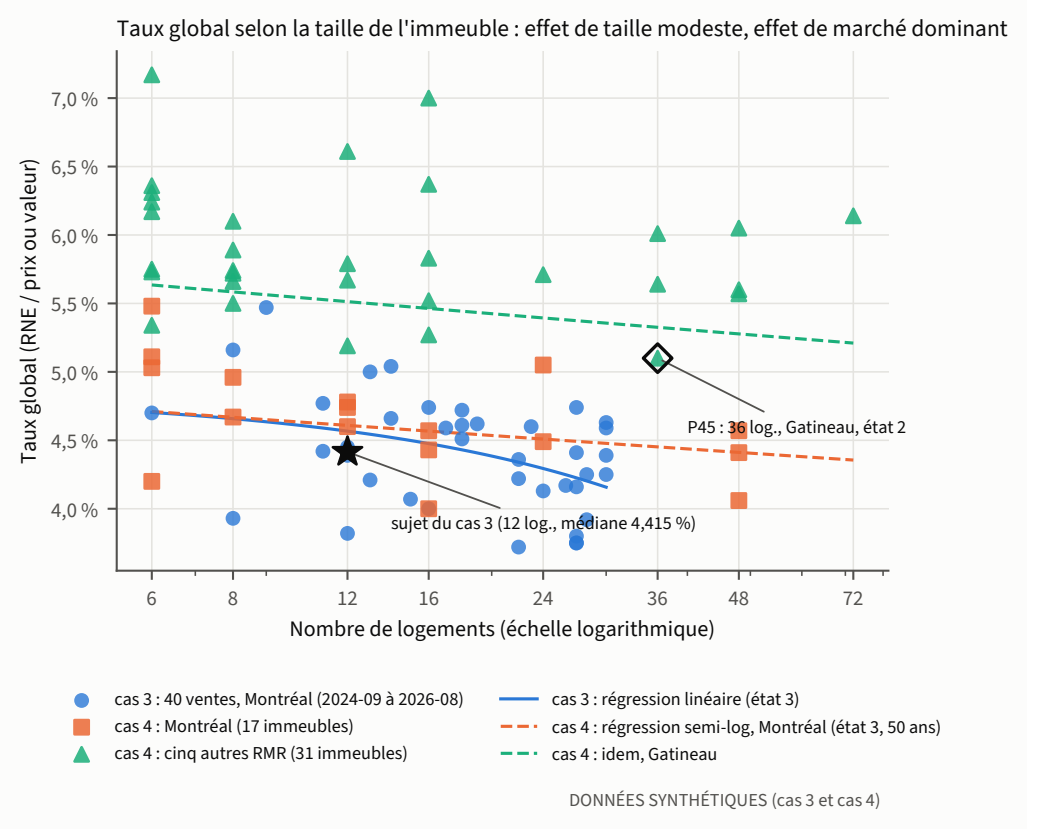


FIGURE 33.1. Taux global selon le nombre de logements (échelle logarithmique) pour les quarante ventes du cas 3 (Montréal), les 17 immeubles montréalais et les 31 immeubles des cinq autres régions du cas 4. La droite est la régression linéaire du cas 3 ; les courbes tiretées sont la régression semi-logarithmique du cas 4 pour un immeuble d'état moyen de cinquante ans à Montréal et à Gatineau. L'effet de la taille est faible devant l'effet de la région.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch33_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 33.2. Effet de la taille sur le taux global dans les deux jeux synthétiques (données synthétiques).

Mesure	Valeur	Lecture
Cas 3 : pente de R par logement supplémentaire (pb), 6 à 30 logements, $n = 40$	−2,27	régression linéaire sur l'état et la taille
Cas 3 : écart prédit de 12 à 36 logements (pb)	−54,6	extrapolation hors de la tranche observée
Cas 4 : élasticité de R au nombre de logements ($\hat{\beta}_n$)	−0,032	erreur-type HC1 0,012 ; $n = 48$
Cas 4 : effet d'un doublement de la taille sur R (%)	−2,16	$2^{\hat{\beta}_n} - 1$
Cas 4 : écart prédit de 12 à 36 logements (pb), Montréal, état 3	−15,7	à partir de la constante 4,60 %
Cas 4 : taux médian, 6 à 8 logements ($n = 20$) (%)	5,73	valeur par logement 152 941 $
Cas 4 : taux médian, 12 à 16 logements ($n = 15$) (%)	5,27	175 307 $
Cas 4 : taux médian, 24 logements ($n = 3$) (%)	5,05	183 403 $
Cas 4 : taux médian, 36 à 48 logements ($n = 9$) (%)	5,57	164 051 $; grands immeubles surtout hors de Montréal
Cas 4 : 72 logements ($n = 1$, Québec, zone inondable) (%)	6,14	100 403 $

Source : [données synthétiques] `traite/cas3.py` (`taux_extraits`), `traite/cas4.py` (`effets_regionaux`) ; script `ch33_six_logements.py`.

est en zone inondable. L'effet de taille brut est confondu avec l'effet de région ; seule la régression, qui tient les deux séparés, restitue le signe attendu. L'évaluateur qui compare des taux médians par tranche de taille sans contrôler la localisation commet exactement cette erreur.

33.3 Typologie des immeubles

33.3.1 Quatre types opérants

La pratique québécoise distingue, sans que le vocabulaire soit normalisé, quatre grands types d'immeubles de six logements et plus. L'**immeuble sans ascenseur** (*walk-up*) compte deux à quatre étages, de six à une trentaine de logements desservis par des escaliers, souvent extérieurs dans les quartiers anciens de Montréal ; c'est le type dominant du parc d'avant 1975 et celui du cas 3. La **conciergerie** désigne, dans l'usage québécois, l'immeuble d'appartements de taille moyenne, typiquement de vingt à une centaine de logements, construit des années 1950 aux années 1980, de trois à six étages, parfois avec ascenseur, doté d'un logement de concierge et d'espaces communs (buanderie, stationnement, rangement) ; son nom vient de la présence d'un concierge résident, dont le salaire est un poste de dépenses propre à ce type, que le barème indicatif de la SCHL pour les immeubles locatifs du Québec chiffrait déjà à 300 $ par logement pour les immeubles de douze logements et plus, contre 125 $ pour les immeubles de cinq ou six logements (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015). La **tour d'habitation** compte cinq étages et plus, des ascenseurs, souvent un stationnement intérieur et des services ; elle relève presque toujours du marché institutionnel et c'est à elle que s'appliquent les fourchettes « High Rise » des courtiers. La

construction neuve, enfin, forme un type à part quel que soit son gabarit, parce que ses loyers sont fixés librement et que, pendant les cinq années qui suivent la date à laquelle l'immeuble est prêt pour l'usage auquel il est destiné, le locataire ne peut demander la fixation du loyer si le bail le prévoit et indique le loyer maximal (Québec 1991, art. 1955) ; ses loyers sont au marché, son inoccupation est celle de la mise en location, et son coût de construction est connu.

Tableau 33.3. Typologie des immeubles de six logements et plus et incidences sur l'analyse.

Type	Gabarit et époque	Revenus et dépenses caractéristiques	Méthodes et repères
Sans ascenseur (*walk-up*)	2-4 étages, 6-30 log., surtout avant 1975 ; escaliers extérieurs à Montréal	Loyers souvent sous le marché (baux anciens) ; chauffage à la charge des locataires fréquent ; pas de salaire de concierge ; réserve de remplacement modeste	Revenu dominant ; comparaison par logement riche (nombreuses ventes) ; extraction locale des taux ; dossier du chapitre 47
Conciergerie	3-6 étages, 20-100 log., années 1950-1980, parfois ascenseur, concierge résident, stationnement et buanderie	Salaires et logement du concierge ; chauffage central au gaz ou à l'électricité souvent inclus ; ascenseur et stationnement à entretenir ; autres revenus (buanderie, stationnement)	Revenu dominant ; comparaison par logement possible mais ventes moins nombreuses ; fourchettes « Low Rise » des courtiers comme repère
Tour	5 étages et plus, 50-500 log., ascenseurs, stationnement intérieur, services	Dépenses de mécanique et d'ascenseurs élevées ; personnel ; loyers plus élevés (SCHL : 100 logements et plus, île de Montréal, 2 ch. 1 966 $) ; inoccupation plus forte (5,1 %)	Revenu (capitalisation et DCF) ; marché institutionnel, fourchettes « High Rise » ; coût utile pour l'assurance
Construction neuve	Tout gabarit ; prêt à l'usage depuis moins de 5 ans	Loyers au marché (SCHL : 2015 ou après, île, tous logements 1 882 $) ; inoccupation de mise en location (5,6 %) ; fixation exclue 5 ans si le bail le prévoit (art. 1955 C.c.Q.) ; dépenses encore faibles	Revenu et coût (coût neuf connu ; IPCB) ; fourchette « neuf » des courtiers ; attention au revenu stabilisé

Source : compilation de l'auteur ; chiffres SCHL : Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025b), octobre 2025 ; art. 1955 : Québec (1991).

33.3.2 Taille et année de construction dans les données de la SCHL

Les tableaux de la SCHL par taille d'immeuble et par année de construction donnent à cette typologie un contenu chiffré, au moins pour l'île de Montréal, où l'échantillon est assez grand pour que la plupart des cellules soient publiées. Le tableau 33.4 et la figure 33.2 présentent les résultats d'octobre 2025. Trois régularités en ressortent. D'abord, les loyers des immeubles de 6 à 49 logements sont les plus bas du parc : 1 162 $ en moyenne pour tous les logements des immeubles de 6 à 19 logements et 1 122 $ pour ceux de 20 à 49, contre 1 288 $

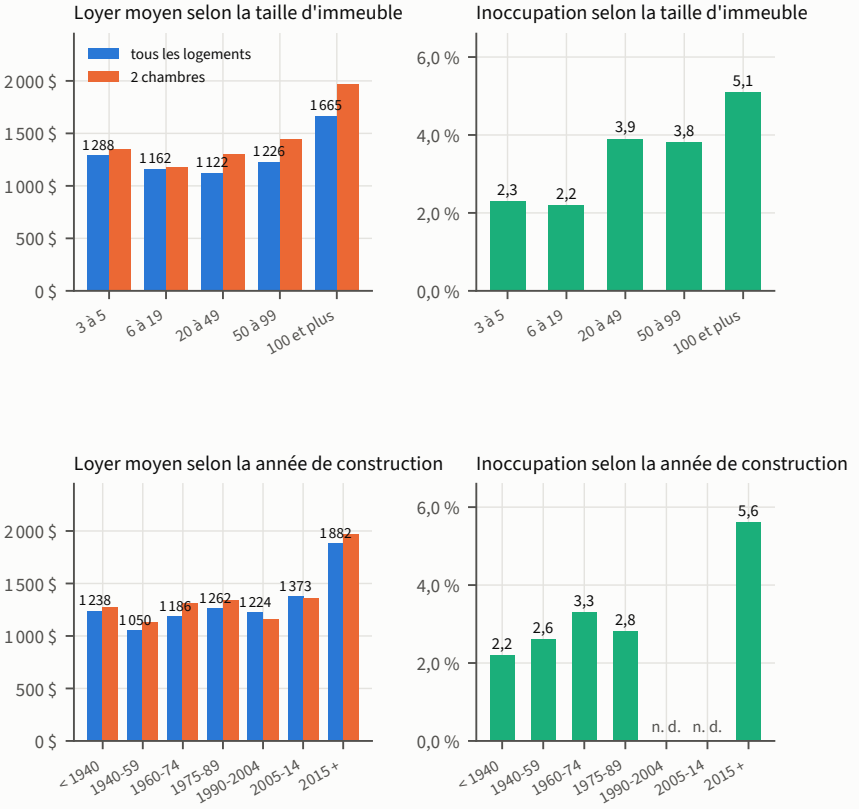
pour les immeubles de 3 à 5 logements, 1 226 $ pour ceux de 50 à 99 et 1 665 $ pour ceux de 100 logements et plus. Ce profil en U traduit la composition du parc : les petits plex sont souvent plus spacieux et mieux situés, les grandes tours sont plus récentes et mieux équipées, tandis que les immeubles sans ascenseur et les conciergeries des années 1950 à 1975 concentrent les logements modestes et les baux anciens. Ensuite, l'inoccupation croît avec la taille : 2,2 % pour les immeubles de 6 à 19 logements, 3,9 % pour ceux de 20 à 49, 3,8 % pour ceux de 50 à 99 et 5,1 % pour ceux de 100 logements et plus, parce que la rotation y est plus forte (8,5 %, 9,6 % et 12,4 % respectivement pour les trois dernières tranches) et que les livraisons récentes, concentrées dans les grands immeubles, se louent plus lentement. Enfin, l'année de construction sépare nettement le parc d'avant 1990, dont les loyers moyens vont de 1 050 $ (1940 à 1959) à 1 262 $ (1975 à 1989), du parc de 2015 ou après, loué 1 882 $ en moyenne avec une inoccupation de 5,6 %. Les mêmes tableaux pour Gatineau et Sherbrooke, moins fournis, montrent des profils analogues (immeubles de 6 à 19 logements : inoccupation de 3,6 % à Gatineau et de 1,8 % à Sherbrooke en octobre 2025) (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b).

Tableau 33.4. Île de Montréal, octobre 2025 : loyer moyen, taux d'inoccupation et taux de rotation des appartements d'initiative privée selon la taille de l'immeuble et l'année de construction.

Catégorie	Loyer, tous ($)	Loyer, 2 ch. ($)	Inoccupation (%)	Rotation (%)
Taille de l'immeuble				
3 à 5 logements	1 288	1 350	2,3	n. d.
6 à 19 logements	1 162	1 177	2,2	8,5
20 à 49 logements	1 122	1 298	3,9	9,6
50 à 99 logements	1 226	1 443	3,8	12,4
100 logements et plus	1 665	1 966	5,1	12,4
Année de construction				
Avant 1940	1 238	1 270	2,2	9,3
1940 à 1959	1 050	1 128	2,6	7,1
1960 à 1974	1 186	1 310	3,3	9,9
1975 à 1989	1 262	1 338	2,8	8,0
1990 à 2004	1 224	1 160	n. d.	n. d.
2005 à 2014	1 373	1 362	n. d.	n. d.
2015 ou après	1 882	1 971	5,6	13,7
Tous les immeubles	1 283	1 361	3,1	9,3

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, tableaux 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.2 et 1.3.4 du classeur de la RMR de Montréal, bloc « Île de Montréal (zones 1-18) » (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) ; « n. d. » : donnée non publiée par la SCHL (fiabilité insuffisante) ; lecture par `ch33_six_logements.py`.

Pour l'évaluateur, ces régularités ont deux usages. Elles fournissent d'abord les repères de marché propres au type de l'immeuble évalué : un loyer de marché, une inoccupation de référence et une rotation attendue qui ne sont pas ceux de la région dans son ensemble, mais ceux de la tranche de taille et de l'époque de construction du sujet ; le douze logements de 1962 du cas 3 se compare aux immeubles de 6 à 19 logements construits de 1960 à 1974, non à la moyenne de la région. Elles éclairent ensuite la lecture des taux : un immeuble récent de



Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, île de Montréal (zones 1-18) ; « n. d. » : donnée supprimée par la SCHL (fiabilité insuffisante)

FIGURE 33.2. Loyer moyen (tous les logements et deux chambres) et taux d'inoccupation des appartements locatifs de l'île de Montréal en octobre 2025, selon la taille de l'immeuble (haut) et l'année de construction (bas). Les immeubles de 6 à 49 logements, cœur du marché privé, ont les loyers les plus bas et l'inoccupation la plus faible ; les grands immeubles et le parc récent ont les loyers et l'inoccupation les plus élevés.

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025 (SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT 2025b) ; graphique de l'auteur (script `analysis/python/figures/ch33_figures.py`).

cent logements, loué au marché avec une inoccupation de 5 % et une rotation de 12 %, a un revenu plus volatil mais sans potentiel de rattrapage, tandis qu'un immeuble sans ascenseur de 1960 a un revenu stable, une inoccupation faible et un potentiel de croissance par rotation ; à taux égal, ces deux immeubles ne portent pas les mêmes anticipations, et l'évaluateur doit s'assurer que les comparables partagent le profil du sujet. Le côté des coûts confirme la séparation des types : l'indice des prix de la construction de bâtiments de Statistique Canada pour Montréal a progressé de 9,2 % sur un an au troisième trimestre de 2026 pour les immeubles d'appartements de moins de cinq étages et de 7,9 % pour les tours de cinq étages et plus (Statistique Canada 2026e), ce qui a son importance lorsque la méthode du coût intervient (section 33.6).

33.4 Les unités d'analyse : logement, mètre carré, chambre

33.4.1 Trois dénominateurs pour un même prix

Le prix total d'un immeuble de six logements et plus n'est comparable à rien : il dépend d'abord de la taille. La méthode de comparaison, comme la lecture des prix du marché, passe donc par des unités qui normalisent la taille, et le section 16.2 en a donné la théorie générale. Trois dénominateurs sont d'usage dans le multilogement, auxquels s'ajoutent les multiplicateurs de revenu. Pour un immeuble de valeur V comptant n logements, S mètres carrés de superficie locative et C chambres à coucher,

$$p_{\text{log}} = \frac{V}{n}, \qquad p_{\text{m}^2} = \frac{V}{S}, \qquad p_{\text{ch}} = \frac{V}{C}, \tag{33.1}$$

et ces trois prix unitaires sont liés par la composition de l'immeuble :

$$p_{\text{log}} = p_{\text{m}^2}\,\frac{S}{n} = p_{\text{ch}}\,\frac{C}{n}, \tag{33.2}$$

où S/n est la superficie moyenne d'un logement et C/n le nombre moyen de chambres par logement. L'équation (33.2) dit l'essentiel : les trois unités ne donnent la même indication que si le sujet et les comparables ont la même composition. Un immeuble de douze 3½ et un immeuble de douze 5½ ont le même nombre de logements, mais le second a près de deux fois la superficie et trois fois les chambres du premier ; le prix par logement du premier appliqué au second le sous-évalue grossièrement, tandis que le prix par chambre du second appliqué au premier le surévalue. Le **prix par logement**, le plus employé parce que le plus simple à collecter (le nombre de logements figure dans toute annonce et au rôle), est aussi le plus sensible à la composition ; le prix par mètre carré corrige la taille des logements mais exige une superficie locative fiable, que les ventes publiées donnent rarement et que le chapitre 12 a appris à mesurer ; le prix par chambre, courant dans le langage des investisseurs (« le prix de la porte » désigne le prix par logement, « le prix de la chambre » celui par chambre), est une approximation de la superficie qui a le mérite d'être connue de tous.

Le multiplicateur du revenu brut (MRB) et le taux global normalisent, eux, par le revenu plutôt que par la taille physique ; la section 29.5 les a définis. Ils sont reliés aux unités physiques par le niveau des loyers : si $\bar{L}$ est le loyer mensuel moyen, $RBP = 12\,n\,\bar{L}$ et

$$\text{MRB} = \frac{V}{RBP} = \frac{p_{\text{log}}}{12\,\bar{L}}. \tag{33.3}$$

Un prix par logement élevé peut donc provenir de loyers élevés (multiplicateur ordinaire) ou d'un multiplicateur élevé (loyers bas mais anticipation de rattrapage, ou qualité de l'immeuble) ; les deux unités, lues ensemble, séparent ces deux causes. La proposition suivante relie enfin le multiplicateur au taux global et au ratio de dépenses, ce qui explique pourquoi les multiplicateurs des grands immeubles aux dépenses élevées (tours, conciergeries chauffées) sont systématiquement plus bas que ceux des immeubles sans ascenseur dont les locataires paient le chauffage, à taux global égal.

Proposition 33.1 : Multiplicateur, taux global et ratio de dépenses

Soit un immeuble dont le revenu brut effectif est $RBE = RBP\,(1 - v)$ (autres revenus négligés), dont les dépenses d'exploitation et la réserve représentent une fraction ρ du revenu brut effectif, et dont la valeur est obtenue par capitalisation directe au taux R. Alors

$$\mathrm{MRB} = \frac{(1 - v)(1 - \rho)}{R}. \tag{33.4}$$

Démonstration. Par définition, $RNE = RBE - \rho\, RBE = RBP\,(1 - v)(1 - \rho)$ et $V = RNE/R$. En divisant par RBP, $V/RBP = (1 - v)(1 - \rho)/R$. □

Pour le douze logements du cas 3, avec $v = 3{,}9\,\%$, $\rho = 46{,}6\,\%$ et $R = 4{,}415\,\%$, l'équation (33.4) donne un multiplicateur de 11,62 hors autres revenus ; le multiplicateur effectif de l'indication par capitalisation, 12,31, est plus élevé parce que les autres revenus (stationnement, buanderie) s'ajoutent au revenu capitalisé sans figurer au dénominateur. Un immeuble chauffé par le propriétaire, dont le ratio de dépenses atteindrait 55 %, aurait au même taux un multiplicateur de 9,8 : les multiplicateurs ne sont comparables qu'entre immeubles de même structure de dépenses, ce qui revient à dire entre immeubles de même type au sens de la section 33.3.

33.4.2 Le cas 3 par ses unités

Le tableau 33.5 décline la valeur finale du douze logements du cas 3, 2 060 000 $ selon la réconciliation de la section 47.13, par les différentes unités. L'immeuble compte douze logements, 825 m² de superficie locative et vingt-deux chambres (quatre 3½ d'une chambre, six 4½ de deux chambres, deux 5½ de trois chambres), soit 68,8 m² et 1,83 chambre par logement en moyenne. La valeur correspond à 171 667 $ par logement, à 2 497 $ par mètre carré et à 93 636 $ par chambre ; le multiplicateur du revenu brut contractuel est de 12,44 et celui du revenu brut au marché de 11,07, l'écart entre les deux mesurant le déficit de loyer de 11 % analysé à la section 47.4. Le revenu net normalisé par logement est de 7 496 $ et le loyer moyen de 1 150 $ par mois, soit 16,72 $ par mètre carré et par mois.

Ces unités prennent leur sens par comparaison. Dans le portefeuille du cas 4, les dix-sept immeubles montréalais valent en moyenne 206 237 $ par logement et ceux de Gatineau 184 173 $, ceux de Québec 125 455 $ et ceux du Saguenay 101 969 $; le douze logements du cas 3, à 171 667 $, se situe sous la moyenne montréalaise, ce qui est cohérent avec ses loyers bas et son état moyen, et au-dessus des moyennes des autres régions, ce qui est cohérent avec la prime montréalaise (tableau 33.8). La valeur par logement d'un immeuble n'est donc jamais interprétable seule : elle doit être lue avec le loyer moyen, le ratio de dépenses et

Tableau 33.5. Le douze logements du cas 3 lu par ses unités d'analyse (valeur finale du chapitre 47 ; données synthétiques).

Mesure	Valeur	Dénominateur
Valeur marchande finale ($)	2 060 000	—
Indication par capitalisation directe ($)	2 037 502,89	RNE_1/R, $R = 4{,}415\ \%$
Prix par logement ($)	171 666,67	12 logements
Prix par mètre carré de superficie locative ($)	2 496,97	825 m^2
Prix par chambre à coucher ($)	93 636,36	22 chambres
Superficie moyenne par logement (m^2)	68,75	—
Chambres par logement	1,83	—
Multiplicateur du revenu brut contractuel	12,44	$RBP = 165\,540\ \$$
Multiplicateur du revenu brut au marché	11,07	$RBP^m = 186\,036\ \$$
Taux global implicite (%)	4,37	$RNE_1 = 89\,955{,}75\ \$$
Revenu net normalisé par logement ($)	7 496,31	—
Loyer contractuel moyen ($/mois)	1 149,58	—
Loyer contractuel par m^2 ($/mois)	16,72	—

Source : [données synthétiques] `traite/cas3.py` et valeur finale de `ch47_dossier.py` ; script `ch33_six_logements.py`, fonction `unites_cas3`.

la région, c'est-à-dire avec les trois termes de l'équation (33.4) et du modèle régional de la section 33.7.

33.5 La diligence raisonnable

33.5.1 Une obligation professionnelle avant d'être une méthode

L'évaluation d'un immeuble de revenu repose sur des documents : baux, état locatif, états financiers, comptes de taxes, polices d'assurance, rapports d'inspection, certificat de localisation, permis. La fiabilité de la conclusion dépend de celle de ces documents, et la diligence raisonnable est l'ensemble des vérifications par lesquelles l'évaluateur s'assure qu'ils décrivent bien l'immeuble qu'il évalue. Ce n'est pas une formalité facultative. Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent que la substance de l'évaluation comprenne l'étendue du travail et les réserves (règle 1.2), que tout immeuble évalué fasse l'objet d'une inspection sauf circonstances exceptionnelles expliquées au rapport (règle 2.4), et que le rapport décrive l'étendue des recherches et le traitement de l'information (règle 2.3) (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; le Code de déontologie impose un rapport qui fait état « de la méthodologie utilisée ainsi que de l'étendue des recherches » (Québec 2000, art. 41). Les Normes uniformes de pratique professionnelle en matière d'évaluation au Canada prévoient, de même, que l'évaluateur définisse l'étendue de son travail et déclare toute hypothèse extraordinaire, c'est-à-dire toute hypothèse dont la fausseté pourrait modifier sensiblement les conclusions (Appraisal Institute of Canada 2026). La diligence raisonnable est ainsi ce qui sépare une hypothèse de base, vérifiée, d'une hypothèse extraordinaire, qu'il faut déclarer et dont il faut mesurer l'incidence. Pour les immeubles de six logements et plus, l'absence du formulaire de déclarations du vendeur

(section 33.1) reporte sur l'acheteur et sur l'évaluateur une part de la collecte d'information qu'un formulaire normalisé assure pour les petits immeubles.

Définition 33.3 : Diligence raisonnable en évaluation

La **diligence raisonnable** (*due diligence*) est l'ensemble des vérifications documentaires, physiques et juridiques qu'un évaluateur prudent effectue, dans les limites de l'étendue du travail convenue avec le client, pour s'assurer que les revenus, les dépenses, l'état et le statut juridique de l'immeuble retenus dans l'évaluation correspondent à la réalité à la date d'évaluation. Elle se distingue de la vérification diligente de l'acheteur, plus large (financement, fiscalité, stratégie), et de l'inspection technique du bâtiment, qu'elle inclut mais ne remplace pas. Ce qui n'a pu être vérifié devient soit une limite à l'étendue du travail, soit une hypothèse extraordinaire, dans les deux cas déclarée au rapport.

33.5.2 Sept domaines de vérification

Le tableau 33.6 propose une liste de contrôle en sept domaines, qui reprend l'ordre dans lequel un dossier se constitue : baux et état locatif, revenus et dépenses historiques, taxes et rôle, assurances, environnement, bâtiment et conformité réglementaire. Pour chaque élément, la liste indique le document à obtenir, la vérification à faire et l'incidence sur la valeur en cas d'écart. Plusieurs points appellent un commentaire.

Les baux d'abord. Au Québec, le bail de logement doit être conclu sur le formulaire obligatoire du Tribunal administratif du logement, qui mentionne le loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédents (Québec 1991, art. 1895 et 1896) ; la vérification de chaque bail contre l'état locatif remis par le vendeur est la première tâche, et elle révèle régulièrement des écarts : loyers inscrits à l'état locatif supérieurs à ceux des baux, services inclus non déclarés, stationnements promis verbalement, baux échus non reconduits par écrit. L'effet d'un écart de loyer se mesure directement : si l'état locatif surévalue de ΔL le loyer mensuel total, avec une provision pour inoccupation v et des frais de gestion de m du revenu brut effectif, la valeur est surévaluée de

$$\Delta V = \frac{12\,\Delta L\,(1 - v)(1 - m)}{R}, \tag{33.5}$$

soit, pour un immeuble capitalisé à 5,5 % avec $v = 3{,}8\,\%$ et $m = 4\,\%$, environ 201 $ de valeur par dollar de loyer mensuel surévalué ; quatre baux surévalués de 120 $ par mois représentent près de 97 000 $ (exercice 33.5). La vérification porte aussi sur les procédures : avis d'augmentation envoyés et refusés, demandes de fixation pendantes, demandes de reprise ou d'éviction, qui déterminent la trajectoire des loyers que le chapitre 34 apprend à modéliser ; sur les cessions de bail, que la « Loi 31 » permet désormais au locateur de refuser pour un motif autre qu'un motif sérieux, le bail étant alors résilié (Québec 1991, art. 1978.2) ; et sur la protection des locataires aînés et le moratoire sur les évictions aux fins de subdivision, d'agrandissement ou de changement d'affectation, en vigueur jusqu'au 6 juin 2027 (Québec 2024a, art. 1), qui interdisent de valoriser tout repositionnement rapide. Enfin, lorsque l'immeuble est détenu en indivision ou par une société, la reprise d'un logement est interdite sauf cas étroit (Québec 1991, art. 1958) : l'acheteur qui compterait occuper un logement doit le savoir.

Les revenus et dépenses ensuite. Les états de dépenses du vendeur sont rapprochés des pièces (comptes de taxes, polices, factures d'énergie, contrats d'entretien et de déneigement) et normalisés selon les règles du chapitre 28, que la section 47.6 a appliquées ; les postes propres au type de l'immeuble (salaires et logement du concierge, ascenseurs, chauffage central, stationnement intérieur) sont ceux où les omissions sont les plus fréquentes dans les immeubles gérés par leur propriétaire. Les taxes sont recalculées au taux de la catégorie applicable sur la valeur inscrite au rôle en vigueur, et non reportées du compte de l'année précédente : à Québec, le passage de cinq à six logements change le taux ; ailleurs, le changement de rôle change l'assiette. La valeur au rôle elle-même est lue avec la réserve que l'immeuble y est évalué comme si le vendeur détenait tous les droits du locataire, donc libre de baux (Québec 1979b, art. 45.1), ce qui en fait un repère de la valeur au marché des loyers plutôt que de la valeur du droit du locateur, comme la section 47.13 l'a montré. Les droits sur les mutations, enfin, n'entrent pas dans la valeur mais dans le coût d'acquisition, et leur barème progressif pèse davantage sur les immeubles de plusieurs millions.

L'assurance est un poste dont le coût a fortement augmenté et dont la disponibilité peut devenir un problème : la prime moyenne d'assurance habitation au Québec a atteint 1 103 $ en 2024, en hausse de 63 % en dix ans selon le Bureau d'assurance du Canada, mais aucune statistique publique ne décrit les primes des immeubles locatifs (Bureau d'assurance du Canada 2025). L'évaluateur obtient la police en vigueur, vérifie les montants de garantie (valeur de reconstruction du bâtiment, pertes de revenus locatifs, responsabilité civile), les franchises et l'historique des réclamations ; un immeuble ayant subi des réclamations répétées pour dégâts d'eau ou dont la toiture, la plomberie ou le panneau électrique datent de plus de vingt-cinq ans peut se voir imposer des primes ou des exclusions qui pèsent sur le revenu net. La méthode du coût intervient ici pour établir la valeur assurable (section 33.6).

L'environnement est le domaine où les conséquences d'un défaut de vérification sont les plus lourdes. Le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains fixe des valeurs limites de contaminants pour les usages résidentiels (annexe I) plus sévères que pour les usages industriels et commerciaux (annexe II) (Québec 2003, art. 1 et annexes), en application de la Loi sur la qualité de l'environnement (Québec 1972) ; un terrain anciennement occupé par une station-service, un atelier ou un nettoyeur à sec peut exiger une réhabilitation dont le coût se déduit de la valeur. Il est d'usage que le prêteur exige une évaluation environnementale de site de phase I pour tout prêt commercial, et l'évaluateur en demande les conclusions ; il relève aussi les réservoirs de mazout enfouis ou hors sol, l'amiante dans les matériaux d'avant 1990, la vermiculite isolante dans les combles, le radon, la pyrite dans les remblais de dalles, autant de sujets que le chapitre 43 traite. Dans le cas 4, les immeubles en zone inondable et ceux dont le sol est contaminé portent des taux plus élevés de 7,9 % et de 5,5 % respectivement, hypothèses pédagogiques dont le chapitre 48 discute le réalisme.

Le bâtiment, enfin, et la conformité. L'inspection de l'évaluateur n'est pas celle d'un inspecteur en bâtiment (le chapitre 11 a précisé la frontière), mais elle doit couvrir la structure, l'enveloppe, la toiture, les escaliers et balcons, les systèmes mécaniques et électriques, les ascenseurs s'il y a lieu, les logements accessibles et les aires communes, et aboutir à une cote d'état et à une liste de dépenses en capital datées, comme au tableau 47.2. Pour les immeubles de plus grande taille, la Loi sur le bâtiment et le Code de sécurité imposent au propriétaire des obligations d'entretien et d'inspection périodique de certaines composantes (Québec 1985b ; Québec 2026a) ; l'évaluateur demande les rapports d'inspection obligatoires et les registres d'entretien, dont l'absence est une limite à déclarer. La conformité réglementaire porte sur

le zonage et les droits acquis (chapitre 8), sur le nombre de logements autorisé par rapport au nombre de logements existants, question fréquente dans les immeubles anciens où des logements ont été ajoutés au sous-sol, sur les permis des travaux récents, sur le certificat de localisation et les servitudes (chapitre 7), et sur l'absence d'hypothèques légales de la construction ou d'hypothèques sur les loyers consenties à un prêteur antérieur (Québec 1991, art. 2695), que l'examen de l'index des immeubles au Registre foncier révèle (Gouvernement du Québec 2026h).

Tableau 33.6. Liste de contrôle de la diligence raisonnable pour un immeuble de six logements et plus.

Domaine	Documents à obtenir	Vérifications	Incidence sur l'évaluation
Baux et état locatif	Tous les baux (formulaire obligatoire) et annexes ; état locatif daté ; avis d'augmentation et réponses ; demandes au TAL ; avis de cession, de reprise ou d'éviction ; liste des dépôts et arrérages	Loyer, services inclus, stationnement et échéance de chaque bail contre l'état locatif ; section G (loyer le plus bas des 12 mois) ; logements vacants et date de vacance ; procédures pendantes ; baux verbaux ou échus ; locataires aînés protégés (art. 1959.1)	RBP de première année ; écart au marché et trajectoire de rattrapage ; équation (33.5) pour tout écart ; exclusion de tout scénario d'éviction avant le 6 juin 2027
Revenus et dépenses	États de dépenses de 3 exercices ; factures d'énergie, contrats d'entretien, de déneigement, d'ascenseur ; relevés de gestion ; revenus accessoires (buanderie, stationnement, antennes)	Rapprochement poste par poste avec les pièces ; dépenses omises (gestion, concierge, réserve) ; dépenses non récurrentes ; cohérence énergie/chauffage inclus ; revenus accessoires contractuels ou non	RNE normalisé (chapitre 28) ; ratio de dépenses cohérent avec le type ; réserve et CAPEX distincts
Taxes et rôle	Compte de taxes municipales et scolaires de l'année ; avis d'évaluation ; catégorie au rôle ; droits de mutation prévisibles	Taux de la catégorie (6 logements et plus le cas échéant) appliqué à la valeur au rôle ; taxes locales et spéciales ; date de référence du rôle ; demandes de révision en cours	Taxes normalisées ; lecture du rôle comme valeur libre de baux (art. 45.1 LFM) ; coût d'acquisition
Assurances	Police en vigueur ; avenants ; historique des réclamations (5 ans) ; rapport d'évaluation aux fins d'assurance	Montants de garantie (reconstruction, pertes de loyers, responsabilité) ; franchises ; exclusions (eau, toiture, plomberie, électricité anciennes) ; sinistres non réparés	Prime normalisée ; dépenses en capital exigées par l'assureur ; valeur assurable par la méthode du coût

Tableau 33.6. Liste de contrôle de la diligence raisonnable (suite).

Domaine	Documents à obtenir	Vérifications	Incidence sur l'évaluation
Environnement	Évaluation environnementale de site (phase I, II au besoin) ; historique des usages ; registre des terrains contaminés ; cartes de zones inondables ; rapports amiante, vermiculite, radon, pyrite	Usages antérieurs à risque ; réservoirs ; annexes I et II du RPRT ; zone inondable et assurabilité ; matériaux dangereux et plan de gestion	Coût de réhabilitation déduit ; prime de risque sur le taux ; hypothèse extraordinaire si non vérifié (chapitre 43)
Bâtiment	Rapports d'inspection (évaluateur, inspecteur, ingénieur) ; registres d'entretien ; rapports d'inspection obligatoires ; permis des travaux ; plans	Structure, enveloppe, toiture, balcons et escaliers, mécanique, électricité, ascenseurs ; dates de remplacement ; conformité des travaux ; logements non visités	Cote d'état ; CAPEX datés dans le DCF ; réserve ; taux ajusté à l'état (chapitre 11, chapitre 24)
Conformité	Certificat de localisation récent ; règlement de zonage et grille ; permis ; index des immeubles ; état des charges et hypothèques	Usage et nombre de logements autorisés ; droits acquis ; servitudes et empiétements ; hypothèques légales ou sur les loyers (art. 2695 C.c.Q.) ; ensemble immobilier (art. 45 Loi sur le TAL)	Logements non conformes exclus ou décotés ; PHMU (chapitre 41) ; limites et hypothèses déclarées au rapport

Source : liste de l'auteur ; textes cités : Québec (1991), Québec (2024a), Québec (1979b), Québec (2020a), Québec (2003), Québec (1972), Québec (1985b), Québec (2026a), Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024) et Appraisal Institute of Canada (2026) ; les obligations d'inspection du Code de sécurité n'ont pas été dépouillées article par article.

33.6 Intégrer les trois méthodes

33.6.1 Le revenu domine, mais ne suffit pas

Pour un immeuble de six logements et plus, la méthode du revenu est dominante parce qu'elle reproduit le raisonnement de l'acheteur marginal : un investisseur achète un revenu net et le paie au taux qu'il exige. Les Normes internationales d'évaluation rangent la capitalisation directe et l'actualisation des flux parmi les méthodes de l'approche par le revenu et demandent que le choix des méthodes soit justifié par la nature du bien et la disponibilité de l'information (International Valuation Standards Council 2025) ; les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent que le rejet d'une méthode traditionnelle soit motivé au rapport (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). La capitalisation directe (chapitre 29) convient à l'immeuble stabilisé dont les comparables de taux sont nombreux ; l'actualisation des flux (chapitre 30) s'impose dès que le revenu doit changer de façon prévisible, par rattrapage des loyers, par travaux majeurs ou par mise en location d'un immeuble neuf, et la section 30.5.3 a montré que les deux donnent la même valeur lorsque leurs hypothèses sont cohérentes. Le chapitre 47 les a appliquées toutes deux au douze logements et en a tiré des indications de 2 037 503 $ et de 2 208 566 $, l'écart mesurant précisément la prime que le modèle explicite accorde au rattrapage.

La méthode de comparaison par unité joue, pour ce segment, le rôle d'un contrôle. Elle ne remplace pas le revenu, parce que les prix par logement dépendent de la composition, des loyers et des dépenses (équation (33.2) et équation (33.4)), et parce que les ventes réellement comparables sont rares dès que l'immeuble dépasse une vingtaine de logements ; mais elle vérifie que la valeur issue du revenu n'est pas déconnectée des prix réellement payés par logement dans le marché, et elle fournit une indication indépendante des hypothèses de revenu net. La section 47.10 en a donné le mode d'emploi : extraction des ajustements par régression auxiliaire, grille par logement, pondération par l'ajustement brut, multiplicateur en repère. Pour les très grands immeubles, où les ventes comparables se comptent sur les doigts d'une main et où les prix par logement sont publiés par les courtiers, la comparaison se réduit souvent à un intervalle de vraisemblance.

La méthode du coût, enfin, a deux usages propres au segment. Le premier est l'assurance : la valeur assurable d'un immeuble n'est ni sa valeur marchande ni sa valeur marchande moins le terrain, mais le coût de reconstruction du bâtiment à la date de la police, selon les termes de la garantie (coût de remplacement à neuf ou valeur dépréciée, avec ou sans fondations et excavation, avec ou sans mise aux normes),

$$V_{\text{ass}} = C_N^{\text{bât}} - E_{\text{excl}} \quad (\neq\ V - V_L), \tag{33.6}$$

où $C_N^{\text{bât}}$ est le coût neuf du bâtiment et E_{excl} les éléments exclus par la police ; le chapitre 21 en a donné les méthodes et le chapitre 23 les sources de coûts. La différence avec $V - V_L$ est souvent considérable pour les immeubles anciens de quartiers chers, où la valeur marchande moins le terrain est très inférieure au coût de reconstruction, et pour les immeubles de régions à faible valeur, où elle lui est supérieure ; une sous-assurance expose le propriétaire à la règle proportionnelle, et une surassurance gonfle inutilement les dépenses. Le second usage est l'immeuble neuf ou récent : lorsque le coût de construction est connu et que la dépréciation est faible, la méthode du coût fournit une indication crédible qui borne la valeur, et sa confrontation au revenu renseigne sur la faisabilité du projet ; le chapitre 41 en fait l'outil de l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation. L'indexation d'un coût connu se fait par l'indice des prix de la construction de bâtiments, qui progressait de 9,2 % sur un an pour les immeubles de moins de cinq étages à Montréal au troisième trimestre de 2026 (Statistique Canada 2026e) :

$$C_{2026} = C_{2025}\,(1 + \pi_{\text{IPCB}}), \tag{33.7}$$

l'exercice 33.7 en donne une application. Pour les immeubles anciens, en revanche, la dépréciation accumulée n'est pas mesurable avec une précision suffisante et la méthode est écartée avec motifs, comme au chapitre 47 ; Bokhari et Geltner (2018) documentent les taux de dépréciation du multirésidentiel et montrent qu'ils dépendent de l'âge, de la taille et du marché.

33.6.2 Une matrice de pondération selon le type et la fin

Le tableau 33.7 propose des pondérations indicatives selon le type d'immeuble et la fin de l'évaluation. Elles relèvent de la pratique courante et du jugement, non d'une norme : les Normes exigent que la réconciliation soit motivée, non qu'elle suive un barème. La réconciliation elle-même s'écrit, comme au chapitre 20,

$$\hat{V} = \sum_k \omega_k \hat{V}_k, \qquad \sum_k \omega_k = 1, \quad \omega_k \geq 0, \tag{33.8}$$

les poids ω_k exprimant la fiabilité relative de chaque indication compte tenu de la qualité des données et de la pertinence de la méthode pour le bien et pour le marché ; la section 47.13 a retenu 45 % pour la capitalisation directe, 35 % pour les flux actualisés et 20 % pour la comparaison dans le cas du douze logements.

Tableau 33.7. Pondérations indicatives des méthodes selon le type d'immeuble et la fin de l'évaluation (pratique courante, jugement de l'auteur).

Situation	Revenu (capitalisation ; DCF)	Comparaison par unité	Coût
Sans ascenseur ancien, loyers sous le marché, financement (cas 3)	dominant (45 ; 35)	contrôle (20)	écarté avec motifs ; utile pour l'assurance seulement
Conciergerie stabilisée, achat-vente	dominant (60 ; 20)	contrôle (20) ; ventes plus rares	écarté ; assurance
Tour institutionnelle, portefeuille, rapport financier	dominant (30 ; 60), DCF privilégié par les acheteurs	repère (10) : prix par logement publiés	écarté ; assurance ; coût de remplacement comme borne haute
Construction neuve en location, financement à la construction ou prêt permanent	dominant sur revenu stabilisé (40 ; 40)	repère (10)	indication (10) : coût connu, dépréciation nulle ; test de faisabilité
Immeuble sinistré ou à repositionner	DCF avec scénarios (chapitre 34, chapitre 40)	repère	coût des travaux déduit ; valeur assurable
Valeur au rôle (fin fiscale)	revenu au marché des loyers (art. 45.1 LFM)	contrôle	selon le Manuel d'évaluation foncière du Québec (chapitre 9)

Source : jugement de l'auteur ; pondérations du cas 3 : section 47.13 ; exigences : Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024) et International Valuation Standards Council (2025).

Deux principes commandent ces pondérations. Le premier est la cohérence des conventions : un taux extrait de ventes dont le revenu net a été calculé après réserve ne s'applique qu'à un revenu net après réserve, et un prix par logement extrait d'immeubles chauffés par le propriétaire ne se compare qu'à des immeubles de même structure de dépenses ; la section 29.4 l'a établi pour le revenu, l'équation (33.4) le rappelle pour les unités. Le second est la correspondance entre la méthode et l'acheteur marginal : pour un immeuble de douze logements à Rosemont, l'acheteur est un investisseur privé qui raisonne en taux global et en prix par porte ; pour une tour de deux cents logements, c'est une institution qui raisonne en flux actualisés et en rendement interne ; pour un immeuble neuf, c'est un promoteur ou un prêteur qui compare le coût au revenu stabilisé. Pondérer, c'est choisir le raisonnement qui a réellement fixé le prix dans le marché du sujet.

33.7 Exemple intégral : le cas 3 dans la fourchette du cas 4, et un trente-six logements à Gatineau

Exemple 33.1 : Du douze logements montréalais au trente-six logements gatinois

L'exemple se déroule en deux temps. Le premier replace l'immeuble de douze logements du cas 3, évalué au chapitre 47, dans la fourchette interrégionale du portefeuille du cas 4 : taux pondérés et valeurs par logement de six régions métropolitaines. Le second évalue sommairement, par capitalisation directe, l'immeuble P45 de ce portefeuille, un immeuble de trente-six logements construit en 1954 à Gatineau, en état inférieur à la moyenne, dont le revenu net normalisé de 2026 est de 366 800 $; plusieurs taux candidats sont appliqués pour isoler l'effet de la région, de la taille et de l'état. Tous les chiffres proviennent de `analysis/python/cases/ch33_six_logements.py`, qui appelle `traite.cas3`, `traite.cas4` et `traite.finance`.

33.7.1 La fourchette interrégionale du cas 4

Le tableau 33.8 et la figure 33.3 résument le portefeuille synthétique du cas 4 par région : nombre d'immeubles et de logements, valeur et revenu net agrégés de 2026, taux pondéré (revenu net agrégé sur valeur agrégée), taux médian et étendue, ratio prêt-valeur, valeur et revenu net par logement, taille moyenne et loyer moyen. Les 48 immeubles totalisent 888 logements et 143 363 000 $ de valeur, soit 161 445 $ par logement, pour un revenu net de 7 447 030 $ et un taux pondéré de 5,19 %. La hiérarchie régionale est nette et, par construction du jeu, cohérente avec les repères publics : Montréal se distingue par un taux pondéré de 4,49 % (médiane 4,60 %, étendue de 4,00 % à 5,48 %), dans la fourchette de 4,25 % à 4,75 % publiée par CBRE pour le troisième trimestre de 2026, et par la valeur par logement la plus élevée, 206 237 $; Québec, Gatineau et Sherbrooke se situent entre 5,44 % et 5,77 %, conformément à la fourchette de 5,00 % à 6,00 % de la basse hauteur de classe B de la ville de Québec (CBRE Canada 2026) ; Trois-Rivières et le Saguenay, pour lesquels aucun taux n'est publié, portent des taux pondérés de 6,29 % et de 6,39 % posés par hypothèse. Les valeurs par logement suivent l'ordre inverse des taux, modulé par le niveau des loyers : Gatineau, dont le loyer moyen du portefeuille (1 412 $) est le plus élevé des six régions, comme l'est le loyer moyen de deux chambres de la SCHL (1 460 $ en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a)), vaut 184 173 $ par logement, nettement plus que Québec (125 455 $), dont les immeubles du portefeuille sont plus grands, plus anciens et moins bien loués.

Replacé dans cette fourchette, le douze logements du cas 3 est un immeuble montréalais typique du marché privé : son taux global implicite de 4,37 % à la valeur finale (médiane extraite 4,415 %) est inférieur au taux pondéré montréalais du cas 4 (4,49 %) et à sa médiane (4,60 %), ce qui s'explique par sa petite taille moins que par son potentiel de rattrapage, et sa valeur par logement (171 667 $) est inférieure de 17 % à la moyenne montréalaise du portefeuille (206 237 $), ce qui s'explique par ses loyers contractuels bas (1 150 $ par mois contre 1 323 $ en moyenne dans les immeubles montréalais du cas 4) et par son état moyen. Les deux lectures sont cohérentes : à taux comparable, c'est le niveau du revenu qui fait la valeur par logement, conformément à l'équation (33.3). Un évaluateur qui ne disposerait que

Tableau 33.8. Cas 4 : sommaire du portefeuille par région métropolitaine (données synthétiques, valeurs 2026).

RMR	Imm.	Log.	Valeur ($)	R pond. (%)	R méd. (%)	Min–max (%)	RPV (%)	$/log.	Loyer ($)
Montréal	17	316	65 171 000	4,49	4,60	4,00–5,48	60,2	206 237	1 323
Québec	6	200	25 091 000	5,77	5,67	5,50–6,14	58,3	125 455	1 153
Gatineau	8	110	20 259 000	5,44	5,71	5,10–6,10	61,4	184 173	1 412
Sherbrooke	7	132	18 132 000	5,74	5,71	5,34–6,01	56,1	137 364	1 060
Trois-Rivières	6	98	11 447 000	6,29	6,30	6,05–7,00	61,8	116 806	1 049
Saguenay	4	32	3 263 000	6,39	6,46	5,66–7,17	67,2	101 969	935
Portefeuille	48	888	143 363 000	5,19	—	—	59,8	161 445	—

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `cas4_portefeuille.csv` ; `traite/cas4.py`, fonction `sommaire` ; script `ch33_six_logements.py`. Taux pondéré = RNE agrégé / valeur agrégée ; RPV = dette / valeur ; loyer = loyer mensuel moyen des immeubles de la région ; RNE par logement : 9 270 $ (Montréal), 7 237 (Québec), 10 011 (Gatineau), 7 884 (Sherbrooke), 7 345 (Trois-Rivières), 6 520 (Saguenay), 8 386 (portefeuille) ; taille moyenne des immeubles : 18,6 logements à Montréal, 33,3 à Québec, 13,8 à Gatineau, 18,9 à Sherbrooke, 16,3 à Trois-Rivières, 8,0 au Saguenay.

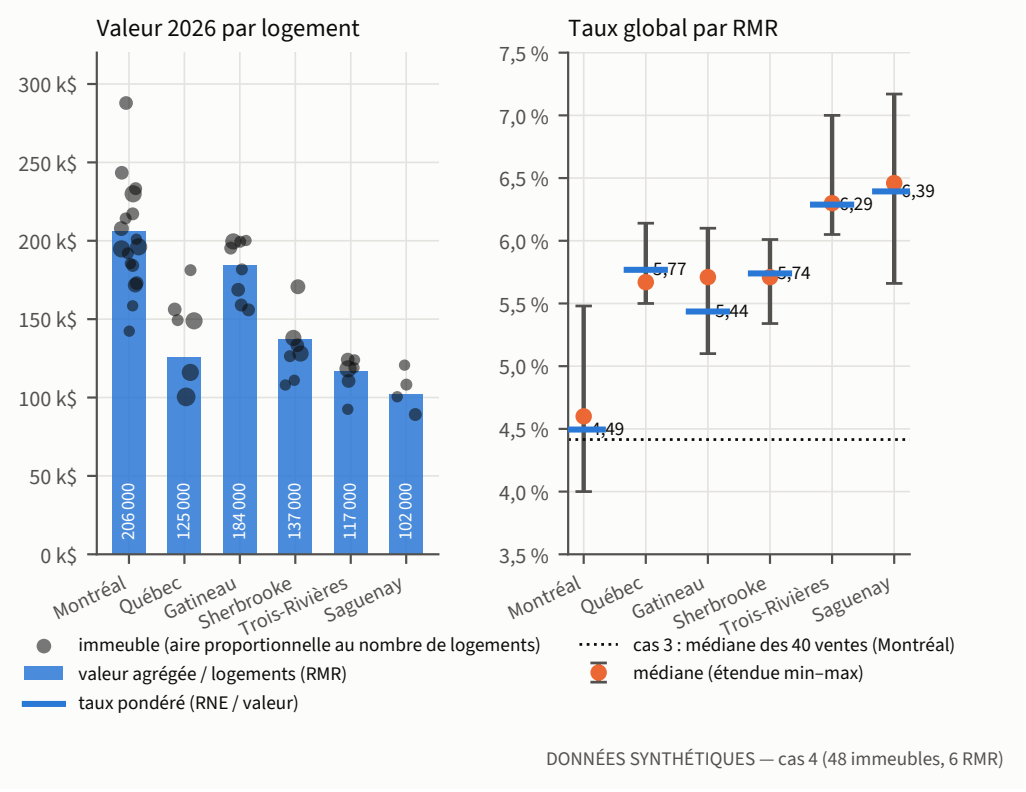


Figure 33.3. Cas 4 : valeur 2026 par logement (gauche ; barres = valeur agrégée sur logements de la région, points = immeubles, aire proportionnelle au nombre de logements) et taux global par région (droite ; médiane et étendue, taux pondéré, et médiane des quarante ventes du cas 3 en pointillé). Montréal cumule le taux le plus bas et la valeur par logement la plus élevée ; Gatineau se distingue des autres régions par ses loyers.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch33_figures.py`, graine 20261031.

de la valeur par logement du portefeuille pour juger le douze logements conclurait à tort qu'il est sous-évalué ; un évaluateur qui ne disposerait que du taux conclurait, à tort aussi, qu'il est cher. Les deux unités ensemble décrivent un immeuble mal loué dans un marché recherché.

33.7.2 L'immeuble P45 : trente-six logements à Gatineau

L'immeuble P45 du portefeuille est un bâtiment fictif de trente-six logements construit en 1954 dans la région de Gatineau, coté 2 sur 5 pour l'état, dont le loyer mensuel moyen est de 1 532 $, le revenu brut potentiel de 661 635 $, le ratio de dépenses de 42,1 % et le revenu net normalisé de 2026 de 366 800 $, soit 10 189 $ par logement ; l'inoccupation de marché retenue dans le dossier est celle de la région (3,8 %). Il est typique de la conciergerie d'après-guerre décrite à la section 33.3 : taille moyenne, âge avancé, loyers relativement élevés pour la région parce que les logements sont grands, dépenses supérieures à celles d'un immeuble sans ascenseur. Il appartient à la zone de transition entre le marché privé et le marché institutionnel : trop gros pour la plupart des particuliers, trop petit pour les grands fonds, et situé dans une région pour laquelle aucun taux n'est publié.

L'évaluation sommaire par capitalisation directe consiste à appliquer au revenu net normalisé un taux global justifié. Le tableau 33.9 présente huit taux candidats et les valeurs correspondantes, toutes obtenues par $V = RNE/R$ avec $RNE = 366\,800$ $. Le premier est une erreur délibérée, pédagogique : appliquer la médiane des quarante ventes montréalaises du cas 3 (4,415 %), c'est-à-dire le taux d'un autre marché, donnerait 8 308 041 $, soit 230 779 $ par logement, valeur supérieure de 23,7 % à celle que le marché régional justifie. Les trois suivants sont les taux de la région dans le portefeuille : le taux pondéré de Gatineau (5,436 %, soit 6 747 739 $), la médiane des huit immeubles gatinois (5,710 %, soit 6 423 818 $) et le taux prédit par la régression semi-logarithmique du portefeuille pour les caractéristiques exactes du sujet (5,461 %, soit 6 716 534 $). Les trois derniers isolent, à partir de la régression, l'effet d'une caractéristique à la fois : le même immeuble situé à Montréal aurait un taux de 4,565 % et une valeur de 8 034 343 $; le même immeuble réduit à douze logements, un taux de 5,654 % et une valeur par logement de 180 219 $ au lieu de 186 570 $; le même immeuble en état moyen, un taux de 5,245 % et une valeur de 6 993 820 $. Le taux inscrit au dossier synthétique, 5,10 %, qui résulte de la loi de génération, donne 7 192 157 $, cohérent avec la valeur enregistrée de 7 186 000 $.

33.7.3 Le modèle régional du taux

La régression qui fonde les quatre derniers taux est celle du portefeuille du cas 4, reprise ici avec ses résidus pour corriger la prédiction ; elle est calculée par la fonction `effets_regionaux` du module `traite.cas4`. Elle explique le logarithme du taux global des 48 immeubles par l'état, le logarithme du nombre de logements rapporté à douze, deux indicatrices de risque, l'âge et cinq indicatrices régionales, Montréal servant de référence :

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_e\,(e_i - 3) + \beta_n \ln \frac{n_i}{12} + \beta_z z_i + \beta_s s_i + \beta_a \frac{a_i - 50}{10} + \sum_{r \neq \text{Mtl}} \gamma_r\, \mathbb{1}[\text{RMR}_i = r] + \varepsilon_i, \quad (33.9)$$

où e_i est la cote d'état, z_i et s_i les indicatrices de zone inondable et de contamination du sol et a_i l'âge. Avec 48 observations, le modèle atteint un R^2 de 0,883. La constante correspond à un taux de 4,60 % pour un immeuble montréalais de douze logements, d'état moyen, de

Tableau 33.9. Immeuble P45 (36 logements, Gatineau, 1954, état 2 ; RNE normalisé 366 800 $) : taux candidats et indications par capitalisation directe (données synthétiques).

Taux candidat	R (%)	$V = RNE/R$ ($)	$/logement
Médiane des 40 ventes du cas 3 (Montréal) — *autre marché*	4,415	8 308 041	230 779
Cas 4, Gatineau : taux pondéré (8 immeubles)	5,436	6 747 739	187 437
Cas 4, Gatineau : taux médian (8 immeubles)	5,710	6 423 818	178 439
Régression du cas 4, caractéristiques du sujet (retenu)	**5.461**	**6716534**	**186570**
même immeuble situé à Montréal	4,565	8 034 343	223 176
même immeuble réduit à 12 logements	5,654	6 487 875	180 219
même immeuble en état moyen (3)	5,245	6 993 820	194 273
Taux inscrit au dossier synthétique (loi de génération)	5,100	7 192 157	199 782

Repères : valeur enregistrée au dossier 7 186 000 $ (199 611 $ par logement, MRB 10,86) ; valeur par logement de la région 184 173 $

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `traite/cas4.py`, `traite/finance.py` (`capitalisation_directe`) ; script `ch33_six_logements.py`, fonction `p45` ; régression décrite à l'équation (33.9).

cinquante ans, sans risque particulier. Les coefficients s'interprètent en pourcentage du taux par la transformation

$$\text{effet}_k = e^{\hat{\beta}_k} - 1, \tag{33.10}$$

que le chapitre 18 a justifiée : chaque point d'état abaisse le taux de 3,96 % de sa valeur, un doublement de la taille l'abaisse de 2,16 %, dix années d'âge l'élèvent de 0,69 %, la zone inondable de 7,9 % et la contamination de 5,5 % ; les effets régionaux, par rapport à Montréal, sont de +19,6 % pour Gatineau (erreur-type HC1 du coefficient 0,024), +25,3 % pour Sherbrooke, +26,8 % pour Québec, +32,9 % pour le Saguenay et +40,2 % pour Trois-Rivières. La prédiction en niveau applique le facteur de Duan, moyenne des exponentielles des résidus, ici 1,001 1 tant les résidus sont petits :

$$\hat{R} = \exp\!\left(\mathbf{x}^{\top}\hat{\beta}\right) \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} e^{\hat{\varepsilon}_i}. \tag{33.11}$$

Pour P45 (Gatineau, état 2, 36 logements, 72 ans), $\hat{R} = 5{,}461\,\%$.

Parce que le modèle est multiplicatif, l'écart entre deux taux se décompose en facteurs. En partant d'un immeuble montréalais de douze logements qui aurait l'état et l'âge de P45 (taux prédit 4,726 %), le passage à trente-six logements abaisse le taux de 16,1 points de base et le passage à Gatineau l'élève de 89,6 points de base :

$$\hat{R}_{\mathrm{P45}} = \hat{R}_{\mathrm{Mtl},12} \times \left(\frac{36}{12}\right)^{\hat{\beta}_n} \times e^{\hat{\gamma}_{\mathrm{Gat}}} = 4{,}726\,\% \times 0{,}965\,9 \times 1{,}196\,2 = 5{,}461\,\%. \tag{33.12}$$

L'effet de la région est près de six fois celui de la taille. C'est la conclusion que la figure 33.1 annonçait et que l'évaluateur appelé à travailler hors de Montréal et de Québec doit retenir : la prime de taille existe, elle vaut quelques points de base, mais c'est la prime régionale, qui n'est publiée nulle part, qu'il faut mesurer localement. Sur la valeur, la différence est

considérable : entre le taux montréalais appliqué par erreur et le taux régional, l'écart est de 1 591 507 $, soit 44 209 $ par logement.

Le choix du taux retenu suit le raisonnement du chapitre 29. Le taux pondéré de la région (5,436 %) et le taux de régression (5,461 %) sont très proches ; la médiane régionale (5,710 %) est plus élevée parce que les huit immeubles gatinois du portefeuille sont pour la plupart plus petits que P45 (13,8 logements en moyenne) et que la médiane ne corrige pas la taille. Le taux de régression a l'avantage de tenir compte simultanément de l'état inférieur du sujet, de sa taille et de son âge ; il a l'inconvénient de reposer sur quarante-huit observations réparties dans six régions, dont huit seulement à Gatineau, et sur une forme fonctionnelle imposée. L'évaluateur le retient comme taux central, 5,46 %, arrondi, et encadre l'indication par les deux taux régionaux : la valeur sommaire de P45 est de l'ordre de 6 700 000 $, entre 6 420 000 $ et 6 750 000 $, soit 178 000 $ à 187 000 $ par logement, légèrement au-dessus de la moyenne régionale du portefeuille (184 173 $) en raison des loyers élevés du sujet, et malgré son état. La valeur enregistrée au dossier synthétique (7 186 000 $) est supérieure de 7 % à cette indication ; l'écart tient au taux de 5,10 % que la loi de génération a attribué à cet immeuble, plus bas que ce que ses caractéristiques prédisent, et il illustre la dispersion résiduelle que toute extraction doit accepter. Il va de soi qu'une évaluation complète exigerait, au-delà de ce calcul sommaire, l'analyse des baux et des dépenses de P45, la vérification des trente-six loyers, l'inspection d'un immeuble de 1954 en état inférieur à la moyenne et, probablement, un flux actualisé intégrant les dépenses en capital que cet état laisse présager ; la section 33.5 en a dressé la liste.

Un mot sur le financement, qui ferme la boucle avec la section 33.2. La dette inscrite au dossier de P45 est de 5 416 000 $ à 5,17 %, échéant en 2028, soit un ratio prêt-valeur de 75,4 % sur la valeur enregistrée et de 80,6 % sur l'indication par régression. Si l'on suppose un prêt assuré amorti sur quarante ans, le service annuel de la dette est de 318 363 $ et le ratio de couverture de 1,15 : inférieur au seuil conventionnel de 1,20, mais supérieur au minimum de 1,10 du programme APH Select pour le locatif ordinaire (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a). Un tel niveau d'endettement n'est accessible qu'à un emprunteur du marché institutionnel ou à un investisseur privé capable de monter un dossier d'assurance SCHL ; au renouvellement de 2028, une hausse du taux comprimerait la couverture sous 1,10, et c'est ce risque de refinancement, plus que le risque d'exploitation, que le chapitre 48 analyse à l'échelle du portefeuille.

33.7.4 Sensibilité : taille, région, état et taux

La figure 33.4 et le tableau 33.10 prolongent l'exemple. La grille de la figure donne, pour un immeuble de trente-six logements de soixante-douze ans au revenu net de P45, le taux prédit et la valeur par logement pour chaque combinaison de région et d'état ; elle se lit comme une carte des primes. D'une colonne à l'autre, à état donné, la valeur par logement passe de 223 176 $ à Montréal à 159 220 $ à Trois-Rivières pour un immeuble d'état 2, soit un écart de 40 % ; d'une ligne à l'autre, à région donnée, elle passe de 179 173 $ (état 1) à 210 645 $ (état 5) à Gatineau, soit 17,6 %. La courbe de taille, à région et état donnés, est beaucoup plus plate : de six à soixante-douze logements, le taux prédit pour un immeuble gatinois d'état 2 passe de 5,78 % à 5,34 % et la valeur par logement, à revenu net par logement constant, de 176 323 $ à 190 693 $, soit 8 % sur une multiplication de la taille par douze. Enfin, la sensibilité au taux lui-même est celle de toute capitalisation directe, $\mathrm{d}V/V = -\mathrm{d}R/R$ (section 29.1) : une hausse de 25 points de base du taux retenu, de 5,461 % à 5,711 %, abaisse la valeur de 4,38 %,

une baisse de 25 points de base l'élève de 4,80 %, et l'asymétrie provient de la convexité de $1/R$. À 5,46 %, un point de base vaut environ 12 300 $ de valeur pour P45 ; rapporté à un million de dollars de valeur, un point de base vaut 2 265 $ à 4,415 %, le taux du douze logements montréalais, contre 1 831 $ à 5,46 % : l'incertitude sur le taux pèse d'autant plus lourd que le taux est bas, ce qui est la situation montréalaise.

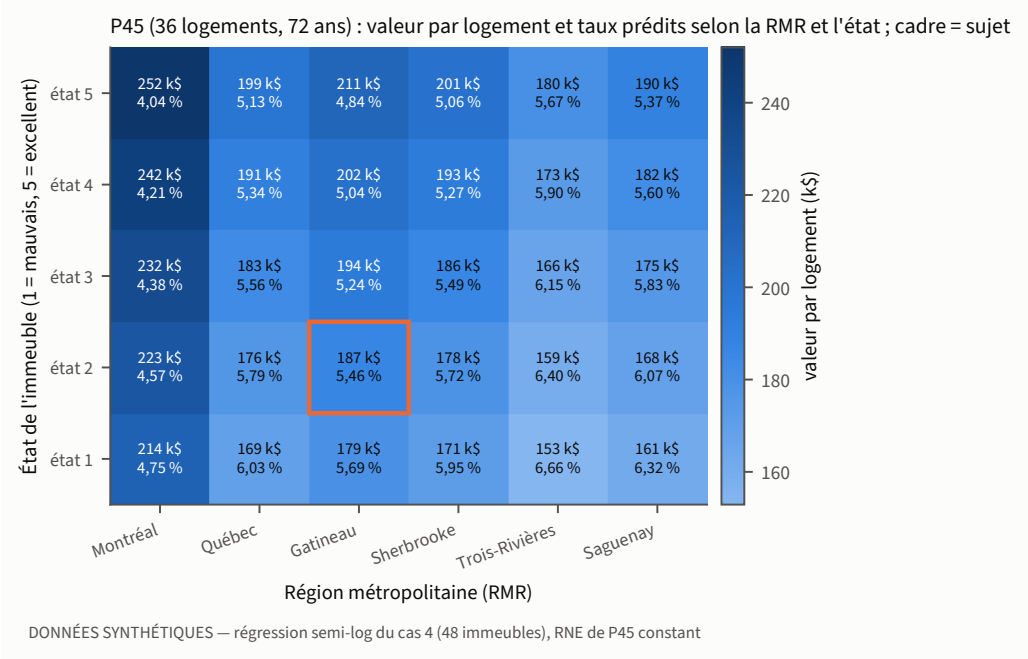


Figure 33.4. Valeur par logement (k$) et taux global prédits par la régression du cas 4 pour un immeuble de trente-six logements de soixante-douze ans au revenu net de P45, selon la région et l'état ; le cadre marque le sujet (Gatineau, état 2). Les colonnes (région) séparent davantage les valeurs que les lignes (état).
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch33_figures.py`, graine 20261031.

Trois enseignements se dégagent pour la pratique. Premièrement, l'ordre des incertitudes : région, puis état, puis taille ; un évaluateur qui dispose de peu de ventes locales doit consacrer son effort à établir le niveau régional du taux, par extraction directe quand c'est possible, par comparaison raisonnée avec les régions couvertes par les publications sinon, et déclarer la source de ce niveau. Deuxièmement, la cohérence entre le revenu et le taux : la grille suppose un revenu net par logement constant d'une région à l'autre, ce qui n'est pas le cas dans le marché, où les loyers de Gatineau sont plus élevés que ceux de Québec ; la valeur par logement observée combine toujours un effet de revenu et un effet de taux, et c'est pourquoi la comparaison par logement entre régions est trompeuse sans contrôle des loyers. Troisièmement, la convexité : les intervalles de valeur ne sont pas symétriques autour de l'indication centrale et l'évaluateur qui rapporte une fourchette doit la calculer aux deux bornes du taux plutôt que d'appliquer un pourcentage uniforme.

Tableau 33.10. Sensibilité de l'indication de P45 à la taille et au taux (données synthétiques ; RNE par logement constant pour la taille).

Variante	R (%)	Valeur ($)	$ par logement	Écart (%)
Taille (Gatineau, état 2, 72 ans)				
6 logements	5,778	—	176 323	−5,49
12 logements	5,654	—	180 219	−3,40
24 logements	5,531	—	184 201	−1,27
36 logements (sujet)	5,461	6 716 534	186 570	0,00
48 logements	5,412	—	188 270	0,91
72 logements	5,343	—	190 693	2,21
Taux (36 logements)				
$R - 50$ pb	4,961	7 393 447	205 374	10,08
$R - 25$ pb	5,211	7 038 753	195 521	4,80
R retenu	5,461	6 716 534	186 570	0,00
$R + 25$ pb	5,711	6 422 524	178 403	−4,38
$R + 50$ pb	5,961	6 153 175	170 922	−8,39

Source : [données synthétiques] script `ch33_six_logements.py`, fonction `sensibilite_p45` ; écarts par rapport à l'indication retenue.

Ce que le segment doit au cadre québécois

Les immeubles de six logements et plus se distinguent au Québec par des règles qui n'existent pas, ou pas sous cette forme, ailleurs au Canada. Le bail de logement et sa reconduction de plein droit, la fixation du loyer par le Tribunal administratif du logement selon des critères qui excluent la valeur locative de marché, le refus de cession de bail permis par la Loi 31 (Québec 1991, art. 1978.2) et le moratoire sur les évictions aux fins de subdivision, d'agrandissement ou de changement d'affectation jusqu'au 6 juin 2027 (Québec 2024a, art. 1) gouvernent la trajectoire du revenu de tout immeuble locatif, quelle que soit sa taille ; le chapitre 26 et le chapitre 34 en traitent. L'exclusion de la fixation pendant cinq ans pour les immeubles neufs, opposable seulement si le bail indique le loyer maximal (Québec 1991, art. 1955), donne à la construction neuve son statut à part. La Loi sur le Tribunal administratif du logement définit l'ensemble immobilier de plus de douze logements en administration commune (Québec 2020a, art. 45). La Loi sur la fiscalité municipale permet des taux de taxation variés par catégorie (Québec 1979b, art. 244.29 et s.), dont la Ville de Québec use pour imposer les six logements et plus à 0,769 7 $ par 100 $ contre 0,746 4 $ (Ville de Québec 2026d), et elle fait évaluer au rôle tout immeuble locatif comme si le vendeur détenait les droits du locataire (Québec 1979b, art. 45.1). Le formulaire de déclarations du vendeur de l'OACIQ s'arrête à moins de cinq logements (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a). Les produits d'assurance prêt hypothécaire de la SCHL pour immeubles collectifs commencent à cinq logements et le programme APH Select offre, contre engagements, des ratios prêt-valeur jusqu'à 95 % et des amortissements jusqu'à cinquante ans (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a).

Enfin, les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ imposent l'inspection, la description de l'étendue du travail et la motivation du rejet d'une méthode (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Ces dispositions ont été vérifiées dans leur version à jour au 15 octobre 2026 pour les lois et au 1er juillet 2026 pour les règlements ; le taux de taxation montréalais propre aux immeubles de six logements et plus et les obligations d'inspection du Code de sécurité n'ont pas été vérifiés sur les documents primaires.

Erreurs fréquentes

- Appliquer à un immeuble de Gatineau, de Sherbrooke ou du Saguenay un taux de capitalisation publié pour Montréal ou Québec, faute de taux local : dans l'exemple, l'erreur vaut 24 % de la valeur ; la prime régionale doit être extraite ou justifiée.
- Comparer des taux médians ou des prix par logement par tranche de taille sans contrôler la région, l'état et le niveau des loyers : l'effet de taille brut est confondu avec ces facteurs et peut changer de signe (tableau 33.2).
- Transposer un prix par logement entre immeubles de composition différente (3½ contre 5½) ou de structure de dépenses différente (chauffage inclus ou non) : l'équation (33.2) et l'équation (33.4) montrent que l'unité n'est comparable qu'à composition et à ratio de dépenses semblables.
- Reporter l'état locatif du vendeur sans le rapprocher des baux signés, ou reporter le compte de taxes de l'année précédente sans recalculer au taux de la catégorie sur le rôle en vigueur : chaque dollar de loyer mensuel surévalué vaut environ deux cents dollars de valeur (équation (33.5)).
- Confondre la valeur assurable, coût de reconstruction du bâtiment, avec la valeur marchande moins le terrain : les deux diffèrent fortement pour les immeubles anciens des quartiers chers comme pour ceux des régions à faible valeur.
- Valoriser dans la valeur marchande un repositionnement par évictions ou un financement APH Select dont les engagements contredisent la projection de revenu : la première stratégie est interdite jusqu'au 6 juin 2027, la seconde fige une partie des loyers.
- Traiter la valeur au rôle comme un comparable de la valeur du droit du locateur alors qu'elle est établie libre de baux et à une date de référence antérieure.
- Rapporter une fourchette de valeur symétrique autour de l'indication centrale alors que la valeur est convexe dans le taux : calculer la fourchette aux deux bornes du taux.

Limites et mises en garde

Les deux dossiers chiffrés de ce chapitre sont synthétiques, et les effets de région, de taille et d'état estimés par la régression du cas 4 (équation (33.9)) sont des propriétés de la loi de génération du jeu, non des mesures du marché québécois ; en particulier, les taux de Gatineau, de Sherbrooke, de Trois-Rivières et du Saguenay ont été posés par hypothèse faute de publication, et le portefeuille ne compte que 48 immeubles, dont 8 à

Gatineau, ce qui rend les coefficients régionaux imprécis malgré des erreurs-types HC1 modestes. L'immeuble P45 est évalué sommairement, par capitalisation d'un revenu net fourni par le dossier, sans analyse de ses baux ni de ses dépenses ; l'hypothèse d'un amortissement de quarante ans pour sa dette est de l'auteur. Du côté des données réelles, les tableaux de la SCHL par taille d'immeuble et par année de construction ne sont complets que pour l'île de Montréal, plusieurs cellules étant supprimées pour les autres régions, et les loyers moyens de la SCHL portent sur le parc occupé, non sur les loyers demandés. Les fourchettes de taux de CBRE sont des opinions d'industrie sur le segment institutionnel, non des statistiques de transactions, et elles ne couvrent que Montréal et Québec. Le volume d'investissement de 2,9 milliards de dollars provient d'Altus et n'a pas été recoupé. Le taux de taxation montréalais propre aux immeubles de six logements et plus n'a pu être vérifié dans le document officiel des taux de 2026 ; la base légale exacte des sous-catégories résidentielles de taux variés n'a pas été relue article par article. Les obligations d'inspection périodique du Code de sécurité ont été mentionnées sans dépouillement du texte. La valeur médiane des six logements et plus au rôle 2027-2029 de Gatineau provient de comptes rendus de presse du dépôt. Aucune statistique publique ne décrit la liquidité (délais d'exposition, nombre de transactions) par tranche de taille d'immeuble ; la description du marché institutionnel et du marché privé relève de la pratique courante et non de données mesurées. Ces points sont consignés dans `verification/chapters/ch33-claims.csv`.

À retenir

- Le seuil de six logements est une convention de marché née de seuils fixés à cinq : assurance SCHL pour immeubles collectifs, formulaire DV de l'OACIQ, taux de taxation distinct à Québec, catégorie du rôle ; au-delà, l'acheteur est un investisseur et la valeur se forme sur le revenu net et le taux exigé.
- Le marché se divise en un segment privé (6 à 20 logements, particuliers, prêts de premier rang) et un segment institutionnel (50 logements et plus, fonds et sociétés, prêts assurés) ; les publications de taux ne couvrent que le second et que Montréal et Québec.
- La typologie (sans ascenseur, conciergerie, tour, neuf) structure les loyers, l'inoccupation, la rotation et les dépenses : sur l'île de Montréal en octobre 2025, les immeubles de 6 à 19 logements se louaient 1 162 $ en moyenne avec 2,2 % d'inoccupation, ceux de 100 logements et plus 1 665 $ avec 5,1 %.
- Les unités d'analyse (par logement, par m², par chambre, MRB) ne sont comparables qu'à composition et à structure de dépenses semblables : $\text{MRB} = (1 - v)(1 - \rho)/R$; cas 3 : 171 667 $ par logement, 2 497 $ par m², 93 636 $ par chambre, MRB 12,44.
- La diligence raisonnable couvre baux, revenus et dépenses, taxes, assurances, environnement, bâtiment et conformité ; ce qui n'est pas vérifié devient une limite ou une hypothèse extraordinaire déclarée.
- Le revenu domine ; la comparaison par unité contrôle ; le coût sert à l'assurance et aux immeubles neufs. Les pondérations suivent le type d'immeuble et l'acheteur marginal.

– Cas 4 : taux pondérés de 4,49 % (Montréal) à 6,39 % (Saguenay), valeurs par logement de 206 237 $ à 101 969 $. P45 (36 logements, Gatineau) : taux de régression 5,46 %, valeur sommaire 6 716 534 $ (186 570 $ par logement) ; le taux montréalais aurait surévalué de 23,7 %. Effet de région (+90 pb) six fois l'effet de taille (−16 pb).

Exercices

Exercice 33.1 — Trois unités pour un immeuble de seize logements ★

Un immeuble de seize logements du même quartier que le sujet du cas 3 compte 1 040 m² de superficie locative et vingt-six chambres à coucher. En appliquant les prix unitaires du tableau 33.5 (par logement, par mètre carré, par chambre), calculer trois indications de valeur. Expliquer, à l'aide de l'équation (33.2), pourquoi elles diffèrent et laquelle est la plus défendable si le sujet et le comparable n'ont pas la même composition.

Exercice 33.2 — Le sixième logement et la taxe foncière à Québec ★

Deux immeubles de la Ville de Québec ont la même valeur au rôle, 1 800 000 $; le premier compte cinq logements, le second six. Avec les taux de 2026 (0,746 4 $ et 0,769 7 $ par 100 $) et les tarifs par logement (386 $ pour l'aqueduc et l'égout, 195 $ pour les matières résiduelles), calculer la taxe foncière générale et les tarifs de chaque immeuble, l'écart attribuable au seul taux et l'écart total. Capitaliser l'écart de taux à 5,5 % et commenter son importance relative.

Exercice 33.3 — Effet de taille selon le cas 3 ★★

La régression du cas 3 donne un taux de 4,567 % pour un immeuble d'état 3 de douze logements et une pente de −2,27 points de base par logement supplémentaire. Calculer le taux prédit pour un immeuble de trente-six logements d'état 3, l'écart en points de base, puis la valeur par logement correspondante en appliquant le revenu net par logement du cas 3 (7 496,31 $). Comparer la prime de taille obtenue à celle que prédit la régression du cas 4 pour un doublement de la taille, et expliquer pourquoi l'extrapolation du cas 3 au-delà de trente logements est fragile.

Exercice 33.4 — Le mauvais marché ★★

Un évaluateur applique à l'immeuble P45 (tableau 33.9) la médiane des quarante ventes montréalaises du cas 3 au lieu du taux régional. Calculer la valeur obtenue, l'écart en dollars et en pourcentage par rapport à l'indication par régression, puis décomposer, à l'aide de l'équation (33.12), l'écart de taux entre un immeuble montréalais de douze logements de même état et de même âge et le sujet en un effet de taille et un effet de

région. Quelle part de l'erreur l'effet de région explique-t-il ?

Exercice 33.5 — État locatif et baux ★★

La vérification des trente-six baux de P45 révèle que quatre loyers inscrits à l'état locatif dépassent de 120 $ par mois ceux des baux signés. Avec une provision pour inoccupation de 3,8 %, des frais de gestion de 4 % du revenu brut effectif et le taux de régression de 5,461 %, calculer l'effet sur le revenu brut potentiel, sur le revenu net et sur la valeur (équation (33.5)), en dollars et en pourcentage de l'indication. Quelle conséquence l'évaluateur doit-il en tirer pour le reste de l'état locatif et pour le rapport ?

Exercice 33.6 — Primes régionales et incertitude ★★★

À l'aide de `traite.cas4.effets_regionaux` ou du script du chapitre, calculer le taux prédit par l'équation (33.9) pour un immeuble de vingt-quatre logements, d'état 3, de quarante-cinq ans, sans risque, dans chacune des six régions. Pour chaque région autre que Montréal, construire un intervalle à 95 % de l'effet régional en pourcentage du taux à partir de l'erreur-type HC1 du coefficient ($e^{\hat{\gamma} \pm 1{,}96\, s} - 1$). Discuter en une demi-page ce que ces intervalles impliquent pour un évaluateur qui ne dispose, dans sa région, que de quelques ventes.

Exercice 33.7 — Immeuble neuf : coût et revenu ★★★

Un immeuble de vingt-quatre logements livré en 2025 à Montréal a coûté 6 400 000 $ hors terrain ; le terrain vaut 1 100 000 $. Les logements se louent 1 975 $ par mois ; l'inoccupation de référence est celle des immeubles de 2015 ou après sur l'île (5,6 %) ; les dépenses et la réserve représentent 32 % du revenu brut effectif. (a) Indexer le coût de 2025 à 2026 par l'IPCB des immeubles de moins de cinq étages à Montréal (+9,2 %) et calculer le coût total par logement. (b) Calculer le revenu brut potentiel, le revenu brut effectif et le revenu net, puis les indications par capitalisation aux deux bornes de la fourchette CBRE pour la construction neuve à Montréal (4,50 % et 4,75 %). (c) Calculer le taux global implicite du coût total et discuter, en une demi-page, ce que la comparaison du coût et du revenu signifie pour la faisabilité, la valeur marchande et la valeur assurable (équation (33.6)) de cet immeuble.

Pour aller plus loin

Sur la formation des taux, le financement et la lecture du marché institutionnel, les références demeurent les traités de Geltner et al. (2014) et de Brueggeman et Fisher (2022) ; le premier consacre des chapitres éclairants aux indices de valeur et au lissage des évaluations, dont Geltner (1993), Fisher et al. (1994) et Clayton et al. (2001) ont fondé l'étude, et qui expliquent pourquoi les valeurs d'expertise des grands immeubles réagissent

avec retard aux mouvements du marché. Sur les déterminants des taux de capitalisation et leurs primes de marché, de taille et de liquidité, on lira Sivitanidou et Sivitanides (1999), Sivitanides et al. (2003), Hendershott et MacGregor (2005), Plazzi et al. (2010), Chervachidze et Wheaton (2013) et Duca et Ling (2020). La dépréciation et les dépenses en capital du multirésidentiel, essentielles à la méthode du coût et à la réserve, sont mesurées par Bokhari et Geltner (2018) et, pour les logements locatifs, par Shilling et al. (1991). Du point de vue de l'évaluateur, Appraisal Institute (2026) et Fisher et Martin (2007) exposent les unités de comparaison, les multiplicateurs et la réconciliation ; Isakson (1986) et Vandell (1991) traitent de la sélection et de la pondération des comparables lorsque ceux-ci sont rares, ce qui est la situation ordinaire des immeubles de plus de vingt logements. Sur les effets de l'encadrement des loyers, qui façonnent la trajectoire du revenu des immeubles anciens, Arnott (1995) et la recension de Kholodilin (2024) sont les points d'entrée. Les textes primaires québécois à relire sont le Code civil (art. 1851 à 1978.4, 1955, 1958, 2695) (Québec 1991), la Loi limitant le droit d'éviction (Québec 2024a), la Loi sur le Tribunal administratif du logement (art. 45) (Québec 2020a), la Loi sur la fiscalité municipale (art. 45.1 et 244.29 et suivants) (Québec 1979b), le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (Québec 2003), les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) et, pour les données, les tableaux de l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) et le rapport trimestriel de CBRE (CBRE Canada 2026).

34

TAL, encadrement locatif et scénarios

Un immeuble locatif québécois ne rapporte pas ce que le marché paierait pour ses logements ; il rapporte ce que ses baux stipulent, et ces baux ne peuvent être modifiés qu'à l'intérieur d'un cadre que le Code civil et le Tribunal administratif du logement (TAL) fixent année après année. Le chapitre 26 a décrit le bail de logement, sa reconduction et les avis qui l'accompagnent ; le chapitre 30 a montré que la valeur d'un immeuble dont les loyers sont inférieurs au marché dépend de la vitesse à laquelle cet écart se résorbe. Le présent chapitre fait le lien entre les deux. Il expose d'abord la **méthode de fixation du loyer** telle qu'elle s'applique depuis le 1er janvier 2026, en la comparant à celle qu'elle remplace, et il en déroule un calcul complet sur un logement du cas 3. Il examine ensuite les autres leviers dont dispose, ou ne dispose pas, le locateur pour ramener un loyer au marché : relocation, reprise, éviction, cession, et les réformes de 2024 qui les encadrent. Il construit enfin un modèle de la trajectoire des loyers sous contrainte, en dérive l'espérance sous rotation aléatoire, et l'applique à des scénarios dont il mesure l'effet sur la valeur par flux actualisés. Un encadré critique situe l'expérience québécoise dans la littérature internationale sur le contrôle des loyers.

Objectifs pédagogiques

- Décrire les six critères de la fixation du loyer en vigueur depuis 2026, calculer le pourcentage de base à partir de l'indice des prix à la consommation et reconstituer une augmentation pas à pas, en sachant ce que le formulaire officiel ajoute ou retranche à ce calcul.
- Expliquer en quoi l'ancienne méthode différait de la nouvelle et pourquoi les pourcentages publiés par le TAL ne se comparent pas d'un régime à l'autre.
- Identifier les règles du Code civil qui gouvernent la relocation, la reprise, l'éviction et la cession de bail, y compris les modifications des lois 31 et 65 de 2024, et en déduire ce qu'un évaluateur peut ou ne peut pas supposer quant au rattrapage des loyers.
- Modéliser l'écart entre loyer contractuel et loyer de marché, dériver l'espérance de sa trajectoire sous rotation aléatoire et en connaître la limite de long terme.
- Construire des scénarios de loyers cohérents avec le droit et en mesurer l'effet sur la valeur DCF du cas 3, puis présenter cette fourchette dans un rapport.

– Situer l'encadrement québécois dans la littérature économique internationale sur le contrôle des loyers et en tirer les conséquences pour l'analyse de l'offre, de l'entretien et de la mobilité.

34.1 L'encadrement des loyers comme variable d'évaluation

34.1.1 Deux trajectoires pour un même immeuble

Le chapitre 30 a introduit la distinction entre la **trajectoire contractuelle** des loyers, celle que produisent les baux en cours reconduits par les mêmes locataires, et la trajectoire de *marché*, celle que suivrait le loyer d'un logement remis en location à chaque échéance. Dans un marché sans encadrement, les deux trajectoires ne s'écartent guère : le locateur qui constate que son locataire paie moins que le marché relève le loyer à la reconduction, et le locataire qui refuse s'en va. Au Québec, le locataire qui refuse une augmentation reste dans les lieux et c'est le Tribunal qui fixe le loyer selon des critères réglementaires qui ne font aucune place à la valeur locative (Québec 1991, art. 1945 et 1947). Les deux trajectoires divergent donc aussi longtemps que le locataire demeure, et ne se rejoignent qu'à son départ. L'évaluateur qui analyse l'état locatif d'un immeuble québécois mesure cet écart logement par logement (chapitres 26 et 47) ; celui qui projette les revenus doit ensuite décider à quelle vitesse il se résorbe, et cette décision commande une part importante de la valeur : dans le cas 3, le chapitre 30 a établi que l'écart entre la valeur par flux actualisés et la valeur par capitalisation directe, 8,4 %, s'explique presque entièrement par le rattrapage attendu des loyers.

Définition 34.1 : Écart contractuel-marché et rapport de loyer

Pour un logement i à la date t, l'**écart contractuel-marché** est la différence $M_{i,t} - L_{i,t}$ entre le loyer mensuel qu'obtiendrait le logement s'il était reloué à un nouveau locataire et le loyer stipulé au bail en cours ; le **rapport de loyer** est $q_{i,t} = L_{i,t}/M_{i,t}$. Un rapport inférieur à un signale un loyer sous le marché ; sa trajectoire dans le temps est l'objet de la section 34.5.

Trois forces agissent sur ce rapport. L'**indexation** des baux reconduits, gouvernée par la méthode de fixation, le fait dériver vers le bas lorsque le **pourcentage de base** est inférieur à la croissance des loyers de marché, ce qui a été le cas de façon marquée en 2023 et 2024, lorsque les loyers moyens des logements de deux chambres de la RMR de Montréal progressaient de plus de 7 % par an pour un échantillon constant (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a). La **rotation** des locataires le ramène vers un, mais seulement dans la mesure où le droit permet de relouer au marché. Enfin, les **leviers extraordinaires** que sont la reprise, l'éviction et la cession de bail modifient la rotation elle-même, ou la rendent impossible. Les trois sections qui suivent examinent ces forces dans l'ordre.

34.1.2 Le Tribunal administratif du logement et la reconduction du bail

Le Tribunal administratif du logement, qui a remplacé la Régie du logement en 2020, connaît en première instance et à l'exclusion de tout autre tribunal des demandes relatives au bail de logement et, notamment, de toutes les matières des articles 1941 à 1964 du Code civil, c'est-à-dire la reconduction, la fixation, la reprise et l'éviction (Québec 2020a, art. 28). Ses décisions en matière de fixation de loyer ne sont pas susceptibles d'appel (Québec 2020a, art. 91). Le gouvernement détient le pouvoir d'établir par règlement les critères de fixation et leurs règles d'application (Québec 2020a, art. 108) ; c'est le Règlement sur les critères de fixation de loyer, dont la version actuelle résulte du décret 1455-2025 (Québec 1985c ; Québec 2025b), qui en est l'instrument. Le chapitre 26 a décrit la mécanique de la reconduction : le bail à durée fixe se reconduit de plein droit aux mêmes conditions, le locateur qui veut en modifier le loyer transmet un avis de trois à six mois avant le terme, le locataire dispose d'un mois pour refuser tout en restant dans les lieux, et le locateur a alors un mois pour demander la fixation au Tribunal, faute de quoi le bail est reconduit aux conditions antérieures (Québec 1991, art. 1941 à 1947). Le locateur qui saisit le Tribunal doit déposer dans les quatre-vingt-dix jours le formulaire de renseignements nécessaires, dit formulaire RN, et la preuve de sa notification au locataire, sinon sa demande est périmée (Québec 2020a, art. 56.3).

Ce que le Tribunal fixe, et à partir de quoi

Le Tribunal « fixe le loyer en tenant compte des normes fixées par règlement » et sa décision vaut pour la durée du bail reconduit, douze mois au plus (Québec 1991, art. 1952 et 1953). Les renseignements qu'il utilise sont ceux du formulaire RN : pour la fixation 2026-2027, les revenus de décembre 2025 multipliés par douze, les autres revenus de 2025, les taxes municipales de 2026 et de 2025, les taxes scolaires de 2025-2026 et de 2024-2025, les primes d'assurance en vigueur au 31 décembre 2025 et 2024, et les dépenses d'immobilisation de 2025 avec le nombre de logements concernés (Tribunal administratif du logement 2025b). Le Tribunal publie chaque année, en janvier, les pourcentages applicables aux critères de fixation, après la diffusion de l'indice des prix à la consommation de décembre ; ceux de 2027 n'étaient pas publiés le 31 octobre 2026 (Tribunal administratif du logement 2026d). Il met aussi à la disposition des parties un outil de calcul en ligne, dans deux versions selon que l'avis a été donné avant ou à compter du 1er janvier 2026 (Tribunal administratif du logement 2026b). Dans ce chapitre, les calculs reconstituent la logique du Règlement à des fins pédagogiques ; en cas de divergence, *le formulaire officiel et la décision du Tribunal font foi.*

34.2 La méthode de fixation du loyer

34.2.1 Les six critères de la méthode en vigueur depuis 2026

Le Règlement sur les critères de fixation de loyer a été profondément remanié par le décret 1455-2025 du 3 décembre 2025, publié à la *Gazette officielle* le 17 décembre 2025 et entré en vigueur le 1er janvier 2026 (Québec 2025b ; Gouvernement du Québec 2025b). L'ancien article 3, qui énumérait une dizaine de postes de dépenses ajustés chacun par un pourcentage propre, est remplacé par un article qui ne retient plus que six critères, et l'ancien article 3.1, qui définissait des pourcentages par composante de l'indice des prix à la consommation, par

une formule unique (Québec 1985c, art. 3 et 3.1). Le tableau 34.1 les présente avec leur règle d'application.

Tableau 34.1. Les six critères de l'article 3 du Règlement sur les critères de fixation de loyer (version en vigueur le 1er janvier 2026) et leur règle d'application

N°	Critère	Mesure	Application au logement
1°	Pourcentage de base	Moyenne des trois dernières variations annuelles de l'IPC du Québec (art. 3.1) ; négatif réputé nul	Appliqué au loyer du logement
2°	Taxes foncières municipales et de services	Variation entre la période de référence et l'année suivante, en pourcentage, moins la valeur absolue du pourcentage de base ; négatif réputé nul (art. 4)	Pourcentage net appliqué au montant mensuel des taxes de la période de référence, selon la part attribuable
3°	Taxes foncières scolaires	Variation entre l'année précédant la période de référence et celle-ci, même règle de soustraction (art. 4)	Pourcentage net appliqué au montant mensuel de la période précédente, selon la part attribuable
4°	Primes d'assurance incendie et responsabilité	Même règle que les taxes scolaires, pour une période maximale de douze mois (art. 4)	Idem
5°	Dépenses d'immobilisation de la période de référence	Pourcentage fixe de 5 % (annexe I : liste non exhaustive des travaux admissibles)	Montant annuel réparti selon la part attribuable, converti en mensualité
6°	Nouveau service, accessoire ou dépendance	Dépenses d'exploitation estimées pour une année complète, hors immobilisations	Idem

Source : Règlement sur les critères de fixation de loyer, RLRQ, c. T-15.01, r. 2, art. 1, 3, 3.1, 4, 5 et annexe I, à jour au 1er juillet 2026, consulté le 2026-10-31 (Québec 1985c).

Deux notions structurent l'ensemble. La **période de référence** est l'année civile qui précède le terme du bail pour un bail se terminant entre le 1er avril et le 31 décembre, et l'avant-dernière année civile pour un bail se terminant entre le 1er janvier et le 31 mars (Québec 1985c, art. 1) ; pour les baux montréalais typiques, échéant le 30 juin, la période de référence de la fixation de 2026 est donc l'année 2025. La **part attribuable au logement** est la proportion que le loyer du logement représente par rapport aux revenus de l'immeuble ; si une dépense ne concerne que certains logements, la proportion est établie sur les loyers de ces seuls logements, et aucune part n'est attribuable à un logement pour une dépense qui concerne un local non résidentiel (Québec 1985c, art. 5) :

$$s_i = \frac{12\,L_i}{Rev}, \qquad \sum_i s_i \leq 1, \tag{34.1}$$

où Rev désigne les revenus annuels de l'immeuble. Dans ce chapitre, les revenus comprennent les loyers résidentiels et les autres revenus (stationnement, buanderie), de sorte que la somme des parts des logements est légèrement inférieure à un ; le formulaire RN décrit précisément les revenus à déclarer et c'est lui qui fait foi.

34.2.2 Le pourcentage de base

Le pourcentage de base est le cœur de la réforme. Il se calcule par la formule de l'article 3.1 :

$$p_b = \max\left\{0,\ \frac{1}{3}\left[\frac{A-B}{B} + \frac{B-C}{C} + \frac{C-D}{D}\right]\right\}, \tag{34.2}$$

où A est la moyenne, pour la période de référence, de l'indice des prix à la consommation du Québec non désaisonnalisé, B la moyenne de la période précédente, et C et D les moyennes des deux périodes de douze mois antérieures ; un résultat négatif est réputé égal à zéro (Québec 1985c, art. 3.1). Le pourcentage de base n'est donc pas l'inflation de l'année écoulée : c'est la moyenne des trois dernières inflations annuelles, ce qui lisse les chocs et introduit un retard. Le tableau 34.2 applique la formule aux moyennes annuelles de l'indice publié par Statistique Canada et retrouve, à l'arrondi près, les pourcentages publiés par le Tribunal : 4,5 % pour 2025 et 3,1 % pour 2026 (Statistique Canada 2026b ; Tribunal administratif du logement 2026d).

Tableau 34.2. Reconstitution du pourcentage de base des fixations de 2025 et de 2026 à partir des moyennes annuelles de l'IPC du Québec (ensemble, 2002 = 100, non désaisonnalisé)

Fixation	A	B	C	D	$\frac{A-B}{B}$ (%)	$\frac{B-C}{C}$ (%)	$\frac{C-D}{D}$ (%)	Formule (%)	TAL (%)
2025 (réf. 2024)	157,158	153,583	146,983	137,792	2,33	4,49	6,67	4,496	4,5
2026 (réf. 2025)	161,033	157,158	153,583	146,983	2,47	2,33	4,49	3,095	3,1

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0004-01, vecteur v41691783 (IPC Québec, ensemble), diffusion du 19 octobre 2026, extrait dans `data/processed/ipc_quebec_mensuel.csv` ; moyennes et formule : `analysis/python/cases/ch34_tal.py` (fonction `pourcentage_base`) ; pourcentages publiés : TAL, page « Pourcentages applicables », consultée le 2026-10-31 (Statistique Canada 2026b ; Tribunal administratif du logement 2026d).

La figure 34.1 prolonge l'exercice de 2006 à 2026. Avant 2026, la formule n'existait pas et la série est contrefactuelle ; elle montre néanmoins ce que la réforme change pour la projection des revenus. Lorsque l'inflation accélère, comme en 2022 et 2023, le pourcentage de base reste en retrait : la formule aurait donné 3,75 % pour la fixation de 2023 alors que l'inflation de la période de référence atteignait 6,67 %. Lorsque l'inflation ralentit, comme en 2025 et 2026, le pourcentage de base demeure au-dessus d'elle : 4,5 % contre 2,33 % en 2025, 3,1 % contre 2,47 % en 2026. Pour l'évaluateur, la conséquence est double. D'une part, le pourcentage de base de l'année suivante est en grande partie connu dès la fin de la période de référence, puisque deux des trois variations qui le composent sont déjà observées ; d'autre part, un immeuble dont les locataires ne bougent pas voit ses loyers suivre l'inflation avec un retard de l'ordre d'un an, alors que ses dépenses la suivent sans retard, ce qui comprime la marge dans les phases d'accélération et la restaure dans les phases de ralentissement.

34.2.3 Taxes, assurances et dépenses d'immobilisation

Les critères 2° à 4° obéissent à une règle de franchise que l'article 4 formule avec précision. Pour chaque poste, le Tribunal calcule la variation en pourcentage, positive ou négative ; si elle est positive, il en soustrait la valeur absolue du pourcentage de base *brut*, c'est-à-dire avant l'application du plancher à zéro, et si le résultat est négatif, il est réputé nul (Québec

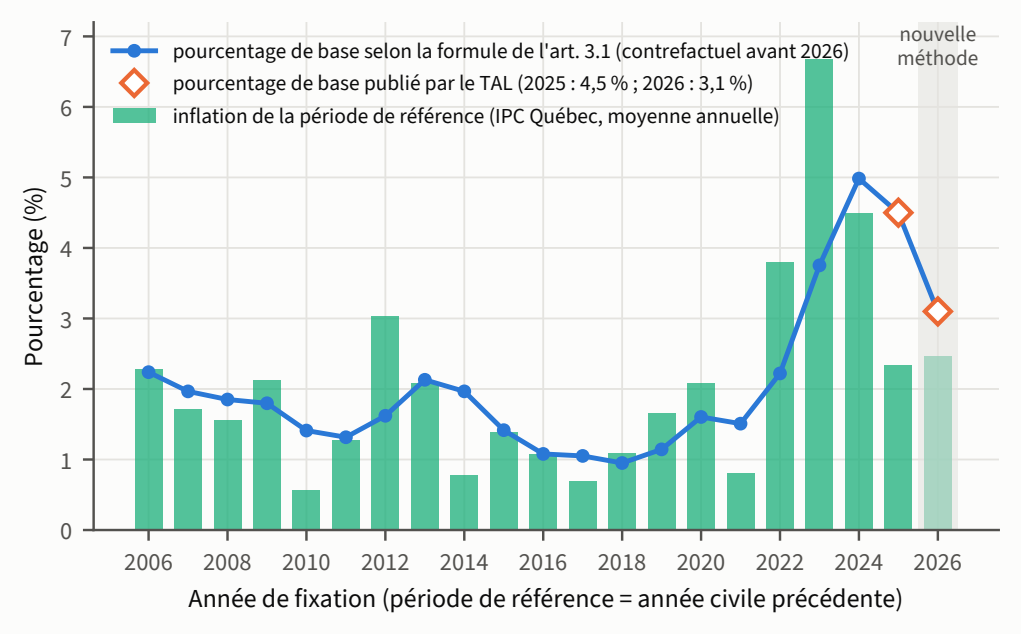


Figure 34.1. Inflation de la période de référence (variation de la moyenne annuelle de l'IPC du Québec) et pourcentage de base qu'aurait produit la formule de l'article 3.1 pour chaque année de fixation de 2006 à 2026 ; les losanges marquent les pourcentages publiés par le TAL pour 2025 et 2026. La moyenne mobile sur trois ans retarde et lisse l'inflation : la formule reste sous l'inflation quand celle-ci accélère et au-dessus quand elle ralentit.
Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0004-01, consulté le 2026-10-31 ; TAL, « Pourcentages applicables aux critères de fixation de loyer », consulté le 2026-10-31 ; script `analysis/python/figures/ch34_ipc_base.py`. Avant 2026, la formule est appliquée rétrospectivement à titre d'illustration.

1985c, art. 4, 2e al.) :

$$\tau_j^{\text{net}} = \max\left\{0,\ \Delta_j - \left|p_b^{\text{brut}}\right|\right\} \quad \text{si } \Delta_j > 0, \qquad \tau_j^{\text{net}} = 0 \quad \text{sinon}, \tag{34.3}$$

où Δ_j est la variation du poste j. La logique est que le pourcentage de base, appliqué à l'ensemble du loyer, couvre déjà l'inflation générale, taxes et assurances comprises ; seule la part de leur hausse qui *excède* l'inflation moyenne est répercutée en sus. Une baisse de taxes ou d'assurances ne réduit pas le loyer. Le pourcentage net est ensuite appliqué au montant mensuel du poste, celui de la période de référence pour les taxes municipales et celui de la période précédente pour les taxes scolaires et les assurances, puis à la part attribuable au logement (Québec 1985c, art. 4, 3e al.). Les dépenses d'immobilisation, enfin, donnent lieu à une hausse égale à 5 % de leur montant, répartie selon la part attribuable et convertie en mensualité ; ce pourcentage est fixe, alors que l'ancienne méthode le liait au taux des certificats de placement garanti (Tribunal administratif du logement 2026a). L'augmentation mensuelle du logement i s'écrit donc

$$\Delta L_i = L_i\, p_b + s_i \left[\tau_{\text{mun}}^{\text{net}} \frac{T_{\text{réf}}^{\text{mun}}}{12} + \tau_{\text{scol}}^{\text{net}} \frac{T_{\text{préc}}^{\text{scol}}}{12} + \tau_{\text{ass}}^{\text{net}} \frac{A_{\text{préc}}}{12} + \frac{0{,}05\, I_{\text{réf}} + N_{\text{réf}}}{12} \right], \tag{34.4}$$

où $I_{\text{réf}}$ désigne les dépenses d'immobilisation de la période de référence et $N_{\text{réf}}$ les dépenses d'exploitation annuelles d'un nouveau service, et le nouveau loyer est arrondi au dollar le plus près, une fraction inférieure à cinquante cents étant abandonnée et une fraction égale ou supérieure étant portée au dollar supérieur (Québec 1985c, art. 15.1).

Trois règles complètent le dispositif et pèsent sur les stratégies d'investissement. Une dépense n'est prise en considération qu'une fois, seulement si elle est supportée par le locateur, et elle est réduite des aides publiques et des indemnités reçues (Québec 1985c, art. 13) ; le Tribunal a rappelé qu'un propriétaire ne peut regrouper les dépenses d'immobilisation de plusieurs années pour les présenter en une seule fixation, ni récupérer des travaux déjà connus lors de la conclusion du bail initial (Tribunal administratif du logement 2026f). Lorsqu'une dépense d'immobilisation a bénéficié d'un prêt à intérêt réduit, l'augmentation correspondante ne peut excéder le remboursement annuel en capital et intérêts (Québec 1985c, art. 3, 4e al.). Enfin, l'annexe I dresse une liste non exhaustive des travaux admissibles comme dépenses d'immobilisation : maintien de l'intégrité du bâtiment (fondations, charpente, toiture, revêtement, balcons, maçonnerie, portes et fenêtres, drains, sécurité), amélioration et modernisation (cuisines, salles de bain, planchers, électricité, insonorisation, buanderies, espaces communs), efficacité énergétique et adaptation climatique (isolation, chauffage et climatisation, énergie solaire, bornes de recharge) (Québec 1985c, annexe I). Le chapitre 44 revient sur la rentabilité des travaux à la lumière de cette récupération de 5 %.

34.2.4 L'ancienne méthode et les pourcentages publiés

La méthode qui s'applique encore aux demandes dont l'avis a été donné avant le 1er janvier 2026, et dont les anciens articles 1, 3, 3.1, 5, 11 et 13 continuent de régir les réajustements prenant effet avant cette date (Québec 2025b, art. 6), procédait poste par poste. Chaque catégorie de dépenses d'exploitation de l'immeuble était ajustée par un pourcentage tiré d'une composante de l'indice des prix à la consommation : électricité, gaz, mazout et autres sources d'énergie, frais d'entretien, frais de services rattachés à l'immeuble, frais de gestion, ces derniers étant évalués forfaitairement à 5 % des revenus bruts ou aux frais réels

jusqu'à concurrence de 10 % (Tribunal administratif du logement 2025a ; Tribunal administratif du logement 2021). Les taxes et les assurances entraient pour leur variation réelle en dollars. Le *revenu net* de l'immeuble, différence entre les revenus et les dépenses d'exploitation, était majoré d'un pourcentage propre, et les dépenses d'immobilisation d'un pourcentage égal à la moyenne des taux des certificats de placement garanti de cinq ans majorée d'un point (Tribunal administratif du logement 2025a). La somme de ces ajustements, répartie selon la part attribuable, donnait l'augmentation. Schématiquement :

$$\Delta L_i^{\text{anc}} = \frac{s_i}{12}\left[\sum_{j \in \text{expl.}} D_j\,\pi_j + \Delta T^{\text{mun}} + \Delta T^{\text{scol}} + \Delta A + \left(Rev - \sum_j D_j\right)\pi_{\text{RN}} + I\,\pi_I\right], \tag{34.5}$$

où les π_j sont les pourcentages publiés par composante, π_{RN} celui du revenu net et π_I celui des dépenses d'immobilisation. Cette écriture reconstitue la structure du formulaire de calcul sans en reproduire les lignes ; le formulaire officiel, avec ses exclusions et ses définitions, fait foi. Le Tribunal indiquait que, de 2015 à 2024, cette méthode avait conduit à des ajustements moyens de 3,8 %, sur un peu plus de 8 650 calculs en 2023-2024 (Tribunal administratif du logement 2025a).

Le tableau 34.3 juxtapose les pourcentages publiés pour 2025 et 2026 selon les deux régimes. Les deux colonnes ne se comparent pas directement : dans l'ancienne méthode, les pourcentages s'appliquent à des dépenses, de sorte que l'augmentation résultante dépend du ratio de dépenses de l'immeuble et du poids de son revenu net ; dans la nouvelle, le pourcentage de base s'applique au loyer lui-même. Un immeuble dont les dépenses d'exploitation absorbent la moitié des revenus et dont le revenu net est majoré de 5,7 % obtient, par l'ancienne méthode, une hausse différente de 3,1 % même sans aucun travaux ; l'exemple de la section 34.3 chiffre cet écart sur le cas 3.

34.2.5 Ce que la fixation ne fait pas

Il importe de dire clairement ce que la méthode, ancienne ou nouvelle, ne permet pas. Elle ne permet pas de rattraper un retard accumulé : aucun des six critères ne fait intervenir le loyer des logements comparables ou la valeur locative du logement, et le Tribunal a rappelé que « la valeur marchande locative n'est pas un critère à prendre en considération » lorsqu'il fixe le loyer d'un nouveau locataire (Tribunal administratif du logement 2026f). La seule exception est le loyer de faveur, consenti à un parent, un allié ou un employé du locateur, que le Tribunal fixe en considérant celui des logements comparables (Québec 1985c, art. 1 et 6). Elle ne permet pas non plus de répercuter une hausse des dépenses d'exploitation courantes, puisque les postes d'énergie, d'entretien et de gestion ont disparu des critères ; seul le pourcentage de base, qui suit l'inflation générale, en tient compte. Elle ne garantit pas davantage au locateur le rendement de ses travaux : 5 % d'une dépense d'immobilisation, répartie sur les logements, est un rendement brut, avant impôt et avant toute considération de financement, et un prêt à intérêt réduit le plafonne. Pour l'évaluateur, la leçon est que le pourcentage de base est la seule variable de la trajectoire contractuelle qui ait un contenu prévisible, et que le rattrapage du marché, s'il doit venir, viendra d'ailleurs.

Tableau 34.3. Pourcentages applicables aux critères de fixation de loyer publiés par le TAL pour 2025 et 2026, selon la date de l'avis de modification du bail

Composante	2025 (%)	2026 (%)
Avis donné à compter du 1er janvier 2026 (méthode actuelle)		
Pourcentage de base pour le loyer	4,5	3,1
Partie du loyer relative aux services rattachés à la personne (RPA)	6,0	6,7
Dépenses d'immobilisation	5,0	5,0
Avis donné avant le 1er janvier 2026 (ancienne méthode)		
Électricité	2,9	2,9
Gaz	−5,8	13,7
Mazout et autres sources d'énergie	−2,9	4,9
Frais d'entretien	6,9	5,7
Frais de services rattachés à l'immeuble	4,5	3,4
Frais de services rattachés à la personne (RPA seulement)	5,9	6,3
Frais de gestion	8,2	7,2
Revenu net	6,9	5,7
Dépenses d'immobilisation	4,7	4,0

Source : Tribunal administratif du logement, « Pourcentages applicables aux critères de fixation de loyer », page consultée et revérifiée le 2026-10-31 (Tribunal administratif du logement 2026d) ; communiqué du 19 janvier 2026 (Tribunal administratif du logement 2026c). Aucun pourcentage pour 2027 n'était publié à cette date.

34.3 Exemple intégral : la fixation 2026 d'un logement du cas 3

Données synthétiques

L'immeuble du cas 3 est fictif : douze logements construits en 1962 dans Rosemont–La Petite-Patrie, à Montréal, dont l'état locatif, l'historique de dépenses et les hypothèses de projection sont décrits dans `data/synthetic/cas3_montreal_*` (script `analysis/python/traite/synth.py`, graine 20261031 ; voir les chapitres 30 et 47). Les loyers contractuels y ont été générés en appliquant une décote de 2 % par année d'ancienneté du bail au loyer de marché, hypothèse pédagogique calibrée sur l'écart cumulé entre les augmentations accordées par le TAL et la croissance des loyers de la SCHL. Tous les chiffres de ce chapitre relatifs au cas 3 proviennent de `analysis/python/cases/ch34_tal.py`, qui n'appelle que `traite.cas3` et `traite.finance` ; seuls l'indice des prix à la consommation et les pourcentages du TAL sont des données réelles.

Exemple 34.1 : Augmentation du loyer du logement 103 selon les pourcentages de 2026

Le logement 103 est un 3½ de 51 m² dont le locataire est en place depuis 2008 ; son loyer contractuel est de 728 $ par mois alors que son loyer de marché est estimé à 1 047 $, soit un écart de 319 $ par mois, 43,8 % du loyer payé. Tous les baux de l'immeuble échoient

le 30 juin 2027 ; l'avis de modification sera donné entre le 1er janvier et le 31 mars 2027 et relèvera des pourcentages de 2027, non publiés à la date de rédaction. L'exemple applique donc les pourcentages de 2026, dernière année connue, à la situation de l'immeuble telle que le dossier la décrit, puis à une variante illustrative.

La part attribuable au logement se calcule sur les revenus de l'immeuble, soit 165 540 $ de loyers contractuels et 9 360 $ d'autres revenus, 174 900 $ au total : $s_{103} = 8\,736/174\,900 = 4{,}995\,\%$. Le pourcentage de base de 3,1 % appliqué au loyer donne 22,57 $. Les données du dossier donnent ensuite, pour la variante A, des variations de taxes et d'assurances qui ne franchissent pas la franchise de l'équation (34.3) : les taxes municipales passent de 10 631 $ en 2025 à 10 188 $ en 2026 une fois recalculées sur la valeur au rôle et le taux de 2026 (chapitre 28), soit −4,2 % ; les taxes scolaires augmentent de 1 712 $ à 1 744 $, soit +1,9 %, inférieur à 3,1 % ; les primes d'assurance reculent de 12 614 $ à 11 060 $, soit −12,3 %. Aucune dépense d'immobilisation n'a été engagée en 2025. L'augmentation est donc de 22,57 $, arrondie à 23 $: le loyer passe à 751 $, en hausse de 3,16 %. La variante B conserve le loyer et les revenus mais suppose une hausse de 8 % des taxes municipales, une hausse de 10 % des primes d'assurance et la réalisation, pendant la période de référence, des travaux de maçonnerie et de balcons de 85 000 $ que le dossier programme en 2027. Le tableau 34.4 déroule les deux calculs et la figure 34.2 en donne l'image.

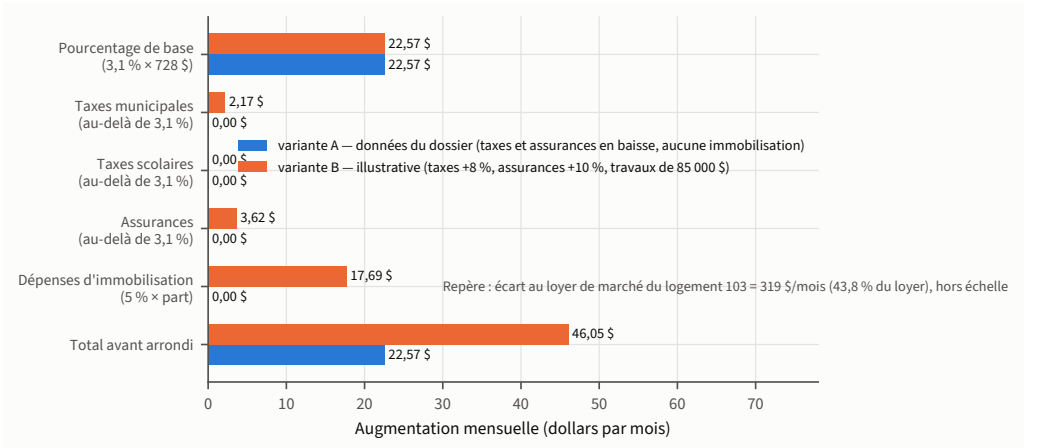


Figure 34.2. Composantes de l'augmentation mensuelle du logement 103 selon la méthode de 2026 : dans la variante A, seules les données du dossier interviennent et le pourcentage de base est la seule composante non nulle ; dans la variante B, la hausse des taxes et des assurances au-delà de 3,1 % et les travaux de 85 000 $ ajoutent 23,48 $. L'écart au loyer de marché, 319 $ par mois, est hors de portée des deux calculs.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch34_calcul_tal.py`, graine 20261031

Trois enseignements se dégagent. Le premier est l'ordre de grandeur : même dans la variante B, qui cumule des hausses de coûts supérieures à l'inflation et des travaux lourds, l'augmentation reste de 46 $ par mois, soit un septième de l'écart au marché. Au rythme du pourcentage de base, et si le loyer de marché cessait de croître, il faudrait près de douze ans pour que le loyer du logement 103 rejoigne 1 047 $; comme le marché ne s'arrête pas, il ne le rejoindra jamais par la fixation. Le deuxième est l'effet de la franchise : des hausses de taxes de 8 % et d'assurances de 10 % ne se répercutent qu'à hauteur de 4,9 % et de 6,9 %, et sur la

Tableau 34.4. Calcul pas à pas de l'augmentation mensuelle du logement 103 du cas 3 selon la méthode en vigueur depuis 2026, pourcentages de 2026 (données synthétiques ; reconstitution pédagogique, le formulaire officiel fait foi)

	Variante A (dossier)			Variante B (illustrative)		
Étape	Variation (%)	Net (%)	$/mois	Variation (%)	Net (%)	$/mois
Loyer au terme du bail ($/mois)			728,00			728,00
Part attribuable s_{103} (%)			4,995			4,995
1° Pourcentage de base ($728 \times 3{,}1\ \%$)		3,1	22,57		3,1	22,57
2° Taxes municipales (10 631 $ → 10 188 $; B : +8 %)	−4,2	0,0	0,00	8,0	4,9	2,17
3° Taxes scolaires (1 712 $ → 1 744 $)	1,9	0,0	0,00	1,9	0,0	0,00
4° Assurances (12 614 $ → 11 060 $; B : +10 %)	−12,3	0,0	0,00	10,0	6,9	3,62
5° Dépenses d'immobilisation (0 $; B : 85 000 $ × 5 %)			0,00		5,0	17,69
6° Nouveau service			0,00			0,00
Augmentation avant arrondi			22,57			46,05
Nouveau loyer arrondi (art. 15.1)			751,00			774,00
Augmentation effective (%)			3,16			6,32
Pour comparaison : structure de l'ancienne méthode, pourcentages 2026 des avis donnés avant 2026						
Nouveau loyer reconstitué ($/mois)			755,00			786,00
Augmentation effective (%)			3,71			7,97

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch34_tal.py`, fonctions `exemple_fixation`, `fixation_nouvelle` et `fixation_ancienne`. Le pourcentage net des taxes municipales s'applique au montant mensuel de 2025 ($10\,631/12$), celui des assurances au montant mensuel de 2024 ($12\,614/12$), chacun multiplié par la part attribuable.

seule part attribuable au logement, ce qui donne 5,79 $ par mois ; dans l'ancienne méthode, la variation réelle des taxes et des assurances passait intégralement, et le revenu net de l'immeuble était en outre majoré de 5,7 %, d'où un loyer reconstitué de 786 $ au lieu de 774 $. Le troisième est le rendement des travaux : 85 000 $ de maçonnerie et de balcons rapportent 4 250 $ par an à l'immeuble, soit 17,69 $ par mois pour le logement 103, et ce montant, une fois intégré au loyer, est indexé les années suivantes ; la section 34.6 mesure ce qu'une telle récupération vaut pour l'immeuble entier.

34.4 Reprise, éviction et autres leviers : la capacité à ramener les loyers au marché

Si la fixation ne résorbe pas l'écart, quels mécanismes le peuvent ? La réponse du droit québécois est restrictive, et elle l'est davantage depuis 2024. Le tableau 34.5 résume les mécanismes et leur effet sur la capacité du locateur à porter les loyers au marché ; les paragraphes qui suivent les commentent du point de vue de l'évaluateur, en renvoyant au chapitre 26 pour la mécanique des avis et des délais.

34.4.1 La relocation : le levier ordinaire, et ses limites

Le départ volontaire du locataire est, de très loin, le mécanisme qui ramène le plus de loyers au marché, et c'est celui que le modèle de la section 34.5 place au centre. Il n'est pourtant pas sans contrainte. Le locateur qui conclut un nouveau bail doit y indiquer, à la section G du formulaire obligatoire, le loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédents (Québec 1991, art. 1896), et le nouveau locataire qui paie davantage peut demander au Tribunal de fixer le loyer, dans les dix jours de la conclusion du bail, ou dans les deux mois s'il n'a pas reçu l'avis ou s'il découvre une fausse déclaration (Québec 1991, art. 1950) ; la Loi 31 a ajouté des dommages-intérêts punitifs contre le locateur qui fait sciemment une fausse déclaration ou omet l'avis (Québec 2024b). Si le nouveau locataire exerce ce recours, le Tribunal fixe le loyer à partir de l'ancien loyer et des critères du Règlement, sans égard au marché (Tribunal administratif du logement 2026f) : le rattrapage est alors ramené à ce que la fixation aurait accordé. La pratique montre que ce recours est peu exercé, pour des raisons que la littérature sur la mobilité résidentielle éclaire, le nouveau locataire ayant accepté le loyer en connaissance du marché et redoutant un conflit au début du bail ; mais un évaluateur ne peut pas l'ignorer, et la section 34.5 introduit un paramètre φ, fraction de l'écart effectivement rattrapée à la relocation, pour en tenir compte. La Loi 31 a par ailleurs modifié la cession de bail dans un sens favorable au locateur : celui-ci peut désormais refuser une cession pour un motif autre qu'un motif sérieux, auquel cas le bail est résilié à la date de cession indiquée, et le cédant ne peut exiger aucune contrepartie (Québec 1991, art. 1978.2 et 1978.3). La pratique antérieure, qui permettait à un locataire de transmettre un bail à loyer bas à un cessionnaire de son choix, perpétuait l'écart au-delà du départ du locataire initial ; depuis le 21 février 2024, le départ d'un locataire ouvre normalement la voie à une relocation.

34.4.2 Reprise et éviction : des leviers qui ne créent pas de valeur marchande

La reprise de possession permet au propriétaire personne physique de reprendre un logement pour l'habiter lui-même ou y loger un ascendant ou un descendant au premier degré, un parent ou allié dont il est le principal soutien, ou un ex-conjoint dont il demeure

Tableau 34.5. Mécanismes juridiques qui gouvernent le rattrapage des loyers et leur traduction en hypothèses de projection

Mécanisme (disposition)	Règle	Conséquence pour la projection
Reconduction et fixation (art. 1941–1953 C.c.Q. ; Règlement)	Le locataire qui refuse l'augmentation reste ; le Tribunal fixe selon les critères, sans référence au marché	Trajectoire contractuelle bornée par le pourcentage de base, plus taxes et assurances au-delà de la franchise et 5 % des immobilisations
Relocation (art. 1896 et 1950 C.c.Q.)	Le nouveau locataire est informé du loyer le plus bas payé dans les douze mois précédents (section G du bail) et peut demander la fixation dans les dix jours, ou deux mois sans avis ; dommages-intérêts punitifs en cas de fausse déclaration	Relocation au marché possible mais non garantie : modéliser un rattrapage partiel $\varphi \leq 1$ ou une probabilité de recours
Cession de bail (art. 1978.1–1978.4, Loi 31)	Le locateur peut refuser la cession pour un motif autre que sérieux ; le bail est alors résilié à la date de cession ; le cédant ne peut exiger de contrepartie	Le départ d'un locataire ne transmet plus le bail à loyer bas : la rotation ramène plus sûrement au marché
Vente de l'immeuble (art. 1937 C.c.Q.)	L'aliénation ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail	L'acheteur hérite de l'état locatif : aucun rattrapage à la vente
Reprise (art. 1957–1958, 1960–1964, 1970 C.c.Q.)	Réservée au propriétaire personne physique, pour lui-même ou des proches ; impossible pour un indivisaire sauf avec son seul conjoint ; relouer ensuite exige l'autorisation du Tribunal, qui fixe le loyer	Aucun effet sur la valeur marchande d'un immeuble de placement ; pertinent pour un acheteur-occupant de plex (chapitre 32)
Éviction (art. 1959, 1959.1, 1965 C.c.Q. ; Loi 65)	Subdivision, agrandissement substantiel ou changement d'affectation ; interdite jusqu'au 6 juin 2027 ; protection des locataires de 65 ans et plus occupant depuis dix ans à revenu modeste ; indemnité d'un mois de loyer par année d'occupation, de trois à vingt-quatre mois, plus déménagement	Aucune stratégie de repositionnement par éviction ne peut être valorisée dans la valeur marchande avant juin 2027 ; au-delà, coût d'indemnisation explicite
Immeubles neufs et coopératives (art. 1955 C.c.Q., « clause F »)	Pas de fixation dans les cinq ans suivant la mise en service, si le bail l'indique et, depuis le 21 février 2024, s'il précise le loyer maximal des cinq années ; coopératives d'habitation depuis le 24 février 2026	Trajectoire contractuelle libre dans la limite du loyer maximal inscrit, puis retour au régime général
Conversion en copropriété divise (Loi sur le TAL, art. 51–54.13)	Autorisation du Tribunal ; interdite dans l'agglomération de Montréal sauf dérogation ; droit de préemption du locataire ; pas de reprise après l'avis d'intention	Hors du champ de la valeur locative ; voir chapitre 42

Source : Code civil du Québec, à jour au 15 octobre 2026 (Québec 1991) ; Loi sur le TAL (Québec 2020a) ; L.Q. 2024, c. 2

le principal soutien (Québec 1991, art. 1957). Elle est fermée au propriétaire d'une part indivise, sauf si l'unique autre indivisaire est son conjoint, et donc à toute société (Québec 1991, art. 1958). Le logement repris ne peut être reloué ni affecté à un autre usage sans l'autorisation du Tribunal, qui fixe alors le loyer (Québec 1991, art. 1970). Pour l'évaluation d'un immeuble de placement, la reprise n'est donc pas un levier : elle ne peut servir qu'à un acheteur-occupant de duplex ou de triplex, dont elle fonde la valeur d'usage, question traitée au chapitre 32.

L'éviction, qui vise la subdivision du logement, son agrandissement substantiel ou le changement d'affectation (Québec 1991, art. 1959), a longtemps été le levier des stratégies de repositionnement : vider l'immeuble, rénover lourdement, relouer au marché ou convertir. La Loi 65, sanctionnée le 6 juin 2024, l'a suspendue : « malgré l'article 1959 du Code civil, aucun locataire ne peut être évincé d'un logement avant le 6 juin 2027 aux fins prévues à cet article » (Québec 2024a, art. 1). Le moratoire peut prendre fin plus tôt dans les centres de 10 000 habitants et plus où le taux d'inoccupation mesuré par la SCHL atteint 3 %, soixante jours après un avis ministériel, et le gouvernement peut en soustraire des territoires ; aucun avis de cette nature n'avait été repéré au 31 octobre 2026, et le gouvernement doit recevoir un rapport sur l'application de la loi au plus tard le 6 février 2027 (Québec 2024a, art. 2, 11 et 12). La même loi a étendu la protection des locataires aînés : aucune reprise ni éviction n'est possible lorsque le locataire ou son conjoint est âgé de 65 ans ou plus, occupe le logement depuis au moins dix ans et dispose d'un revenu égal ou inférieur à 125 % du revenu maximal d'admissibilité au logement à loyer modique, alors que le seuil était auparavant de 70 ans et de 100 % (Québec 1991, art. 1959.1). Enfin, la Loi 31 avait déjà relevé l'indemnité due au locataire évincé : outre les frais raisonnables de déménagement, un mois de loyer par année de location ininterrompue, avec un minimum de trois et un maximum de vingt-quatre mois, le Tribunal pouvant accorder davantage ; le locateur doit prouver sa bonne foi et s'expose à des dommages punitifs en cas de mauvaise foi (Québec 1991, art. 1965 et 1968).

Pour l'évaluateur, la conséquence est nette. La valeur marchande d'un immeuble locatif occupé doit être établie dans l'hypothèse de la continuation de l'exploitation locative, avec un rattrapage des loyers au gré des départs volontaires. Une valeur qui reposerait sur l'éviction des locataires avant juin 2027 contreviendrait au droit ; une valeur qui reposerait sur des évictions après cette date supposerait la non-reconduction du moratoire, l'inapplicabilité de l'article 1959.1 à chaque locataire visé et le paiement d'indemnités qui, pour le logement 103 occupé depuis dix-huit ans, atteindraient dix-huit mois de loyer, soit 13 104 $; l'exercice 34.5 en fait le calcul. De telles hypothèses relèvent de la valeur d'investissement d'un acheteur particulier, ou d'une hypothèse extraordinaire que les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent de divulguer avec son incidence sur la valeur (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), et non de la valeur marchande.

34.4.3 La « clause F » et les immeubles neufs

L'article 1955 du Code civil soustrait à la fixation les logements situés dans un immeuble nouvellement bâti ou dont l'utilisation à des fins résidentielles résulte d'un changement d'affectation récent, pendant les cinq années qui suivent la date à laquelle l'immeuble est prêt pour l'usage auquel il est destiné, ainsi que, depuis le 24 février 2026, tout logement loué par une coopérative d'habitation (Québec 1991, art. 1955). Dans l'usage, cette restriction est désignée par la « clause F », du nom de la section F du formulaire de bail où elle doit être cochée ; l'appellation n'apparaît pas dans le Règlement sur les formulaires de bail obligatoires,

dont les annexes ne sont pas reproduites dans le texte refondu, et c'est pourquoi le présent ouvrage la met entre guillemets (Québec 1996). La restriction n'est opposable au locataire que si elle est mentionnée au bail et, pour les baux conclus depuis le 21 février 2024, que si le bail indique le loyer maximal que le locateur pourra exiger au cours des cinq années (Québec 1991, art. 1955). Dans un logement visé, le locataire qui refuse une augmentation ne peut demeurer dans les lieux : il doit quitter le logement à la fin du bail (Québec 1991, art. 1945). Pour l'évaluation d'un immeuble neuf, la trajectoire contractuelle des cinq premières années est donc libre, dans la limite du loyer maximal inscrit, et elle rejoint le régime général ensuite ; le Tribunal a confirmé l'application de l'exception à un immeuble de moins de cinq ans (Tribunal administratif du logement 2026f). Le praticien vérifie au bail la présence de la mention et du loyer maximal, car leur absence replace le logement sous le régime ordinaire dès le premier renouvellement.

34.5 Modéliser l'écart contractuel-marché et sa résorption

34.5.1 La dérive sans relocation

Reprenons les notations du chapitre 30 : $L_{i,t}$ est le loyer contractuel du logement i l'année t, $M_{i,t}$ son loyer de marché, g_c le taux d'indexation des baux reconduits et g_m la croissance des loyers de marché. Tant que le locataire reste, le rapport de loyer évolue mécaniquement :

$$q_{i,t} = q_{i,0}\,\delta^{t}, \qquad \delta = \frac{1+g_c}{1+g_m}, \tag{34.6}$$

et il décroît si $g_c < g_m$. Avec $g_c = 3{,}1\,\%$ et $g_m = 3{,}5\,\%$, $\delta = 0{,}99614$: la dérive est lente, un peu moins de quatre dixièmes de point par an, et un logement loué au marché aujourd'hui serait encore à 96,2 % du marché après dix ans. Mais la dérive est cumulative et, dans le cas 3, l'écart de 30,5 % du logement 103 résulte de dix-huit années pendant lesquelles les augmentations accordées sont restées très en deçà de la croissance des loyers de marché, surtout entre 2021 et 2025. Sans relocation, l'immeuble entier passerait d'un rapport de loyer de 89,0 % en 2026 à 85,6 % en 2036, et son revenu brut potentiel resterait 37 781 $ sous le marché la dixième année.

34.5.2 La rotation comme processus aléatoire

Le départ d'un locataire est un événement incertain. Le modèle le plus simple suppose que chaque locataire quitte son logement, au cours d'une année donnée, avec une probabilité ρ constante et indépendante du passé, et que le logement est alors reloué à son loyer de marché. La probabilité qu'un locataire en place à la date d'évaluation y soit encore après t années, et la durée espérée de son occupation à venir, s'écrivent

$$\Pr\{\text{en place à } t\} = (1-\rho)^{t}, \qquad \mathrm{E}[\text{années avant le départ}] = \frac{1}{\rho}. \tag{34.7}$$

Avec la rotation de 15 % du cas 3, un locataire sur cinq est encore là après dix ans et la durée espérée d'occupation restante est de six ans et huit mois ; avec 5 %, trois locataires sur cinq sont encore là après dix ans et la durée espérée est de vingt ans. La SCHL mesurait en octobre 2025 un taux de rotation de 9,4 % dans la RMR de Montréal, en baisse par rapport à 11,1 %

un an plus tôt (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) ; ce taux porte sur l'ensemble du parc, et il est vraisemblablement plus faible encore pour les locataires dont le loyer est très inférieur au marché, puisque ce sont eux qui ont le plus à perdre à déménager. C'est la mobilité réduite que la littérature attribue aux contrôles de loyers (section 34.7) : le taux de rotation n'est pas une donnée exogène de la projection, il dépend de l'écart lui-même.

Proposition 34.1 : Espérance du rapport de loyer sous rotation aléatoire

Soit un logement de rapport de loyer initial q_0, dont le locataire part chaque année avec probabilité ρ indépendamment du passé, le logement étant alors reloué à son loyer de marché puis indexé au taux g_c, le marché croissant au taux g_m. En posant $\delta = (1+g_c)/(1+g_m)$ et $a = (1-\rho)\,\delta$, l'espérance du rapport de loyer après t années est

$$\mathrm{E}[q_t] = q_0\, a^t + \rho\, \frac{1-a^t}{1-a}, \tag{34.8}$$

et elle converge, lorsque $t \to \infty$, vers la limite

$$q_\infty = \frac{\rho}{1-(1-\rho)\,\delta}, \tag{34.9}$$

qui est inférieure à un si $g_c < g_m$, égale à un si $g_c = g_m$, croissante en ρ et indépendante de q_0.

Démonstration. Conditionnellement à l'état en $t-1$, le rapport en t vaut $q_{t-1}\delta$ si le locataire reste, avec probabilité $1-\rho$, et 1 s'il part, avec probabilité ρ ; d'où la récurrence $\mathrm{E}[q_t] = (1-\rho)\,\delta\ \mathrm{E}[q_{t-1}] + \rho = a\ \mathrm{E}[q_{t-1}] + \rho$. Cette récurrence affine se résout par itération : $\mathrm{E}[q_t] = a^t q_0 + \rho\,(1 + a + \cdots + a^{t-1})$, et la somme géométrique donne (34.8) puisque $a \neq 1$. Comme $0 < a < 1$, $a^t \to 0$ et $\mathrm{E}[q_t] \to \rho/(1-a)$, ce qui est (34.9). Si $g_c = g_m$, $\delta = 1$ et $q_\infty = \rho/\rho = 1$; si $g_c < g_m$, $\delta < 1$ et $1-(1-\rho)\delta > \rho$, donc $q_\infty < 1$. La dérivée $\partial q_\infty/\partial\rho = (1-\delta)/[1-(1-\rho)\delta]^2$ est positive dès que $\delta < 1$. □

La limite (34.9) est la clé de lecture de la section. Elle dit qu'un parc dont les locataires tournent à un rythme ρ se stabilise, en moyenne, à une fraction q_∞ du marché, quel que soit son point de départ ; le passé ne pèse que sur la vitesse de convergence, par le terme $q_0 a^t$. Le tableau 34.6 chiffre la trajectoire pour le logement 103 et trois taux de rotation, et la figure 34.3 la met en regard d'une simulation de vingt mille trajectoires, qui confirme la forme fermée à trois décimales près. Avec 15 %, l'espérance du rapport passe de 69,5 % à 92,5 % en dix ans et tend vers 97,9 % ; avec 5 %, elle n'atteint que 79,5 % en dix ans et sa limite est 93,2 % ; avec 25 %, elle est à 97,3 % dès la dixième année. La dérivée de la limite par rapport à la rotation vaut 1,34 à 5 % et 0,16 à 15 % : c'est aux faibles rotations que chaque point de rotation supplémentaire compte le plus, résultat que l'exercice 34.7 explore.

Tableau 34.6. Espérance du rapport de loyer d'un logement partant de $q_0 = 0{,}695$ (logement 103 du cas 3), $g_c = 3{,}1\,\%$, $g_m = 3{,}5\,\%$, selon le taux de rotation

Rotation ρ (%)	$a = (1-\rho)\delta$	$\mathrm{E}[q_1]$	$\mathrm{E}[q_2]$	$\mathrm{E}[q_5]$	$\mathrm{E}[q_{10}]$	q_∞	$\Pr\{\text{en place à } 10\}$
0	0,996 1	0,692 3	0,689 6	0,681 6	0,668 5	0,000 0	1,000
5	0,946 3	0,707 7	0,719 7	0,752 0	0,795 3	0,931 6	0,599
15	0,846 7	0,738 5	0,775 3	0,855 2	0,924 9	0,978 6	0,197
25	0,747 1	0,769 2	0,824 7	0,920 2	0,972 6	0,988 5	0,056

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch34_tal.py`, fonctions `ratio_espere`, `ratio_limite`. Pour $\rho = 0$, la limite n'est pas définie par (34.9) et le rapport tend vers zéro ; la ligne donne la dérive (34.6).

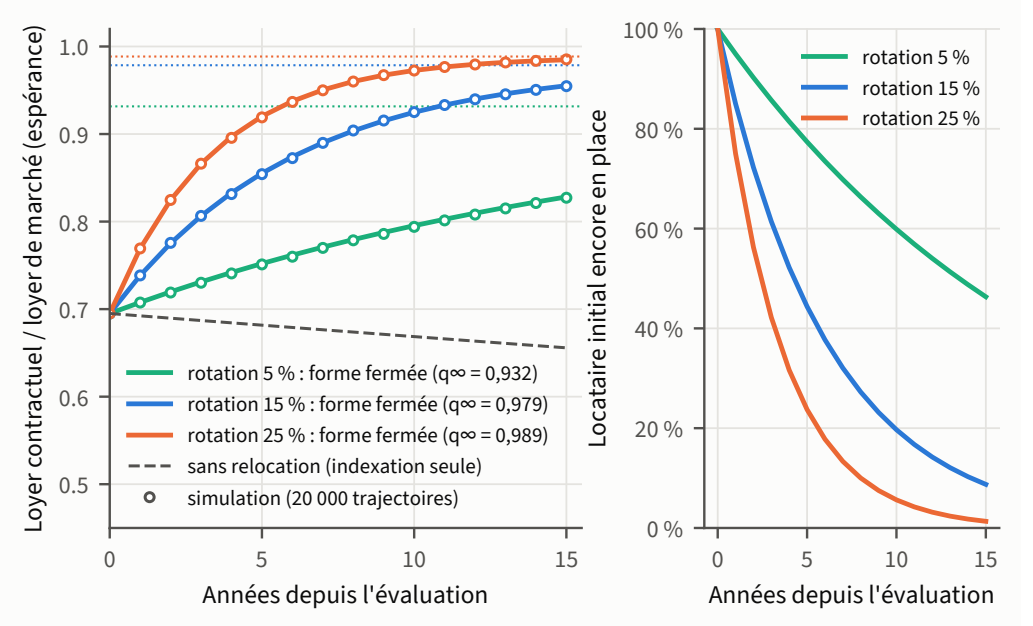


Figure 34.3. À gauche, espérance du rapport loyer contractuel sur loyer de marché d'un logement partant de 0,695, pour une rotation de 5, 15 et 25 % par an : forme fermée (34.8) en trait plein, moyenne de 20 000 trajectoires simulées en cercles, limites q_∞ en pointillé et dérive sans relocation en tireté. À droite, probabilité que le locataire initial soit encore en place. La convergence est rapide pour les fortes rotations et la limite s'éloigne de un lorsque la rotation faiblit.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch34_rotation.py`, graine 20261031

34.5.3 Du logement à l'immeuble : espérance ou ordre de départ

L'espérance du revenu brut potentiel de l'immeuble s'obtient en appliquant (34.8) à chaque logement et en sommant :

$$\mathrm{E}[RBP_t] = 12 \sum_{i=1}^{n} M_{i,0}\,(1+g_m)^t \;\mathrm{E}[q_{i,t}]. \tag{34.10}$$

La projection du module commun du dossier, `traite.cas3.projection_dcf`, que les chapitres 30 et 47 utilisent, procède autrement : elle reloue chaque année un nombre entier de logements, $k = \mathrm{round}(\rho n)$, soit deux logements sur douze pour $\rho = 15\,\%$, en choisissant *les plus sous le marché*. Cette hypothèse d'ordre n'est pas neutre. Dans le cas 3, le rapport de loyer de l'immeuble part de 89,0 % ; après dix ans, il atteint 99,0 % sous l'hypothèse déterministe « les plus sous le marché d'abord », mais seulement 96,2 % en espérance sous départs indépendants, et 85,6 % sans relocation. L'écart de 7 523 $ sur le revenu brut de la onzième année se traduit, après capitalisation dans la valeur terminale, par une différence de valeur de 116 937 $, soit 5,3 % : 2 208 566 $ dans le dossier contre 2 091 629 $ en espérance. L'hypothèse du dossier revient à supposer que le propriétaire sait lesquels de ses locataires partiront, et que ce sont ceux dont le départ lui rapporte le plus ; elle est favorable au locateur. L'hypothèse d'indépendance est plus prudente mais ignore qu'un locataire très avantagé déménage moins qu'un autre, ce qui la rend à son tour optimiste. La vérité se situe vraisemblablement en deçà des deux, et c'est pourquoi la section 34.6 fait varier la rotation sur une large plage plutôt que de chercher la « bonne » valeur.

34.5.4 Rattrapage partiel et récupération des dépenses d'immobilisation

Deux extensions rendent le modèle plus fidèle au droit décrit à la section 34.4. La première introduit la fraction φ de l'écart effectivement rattrapée à la relocation, qui représente soit la probabilité qu'un nouveau locataire fasse fixer le loyer en vertu de l'article 1950, soit une concession commerciale à la relocation :

$$L_{i,t} = L_{i,t-1}(1+g_c) + \varphi\,\big[M_{i,t} - L_{i,t-1}(1+g_c)\big] \quad \text{si le logement } i \text{ est reloué l'année } t. \tag{34.11}$$

Avec $\varphi = 1$, on retrouve la relocation au marché du chapitre 30 ; avec $\varphi = 0$, la relocation ne change rien et l'immeuble suit la dérive (34.6) ; la récurrence de la proposition 34.1 devient $\mathrm{E}[q_t] = [(1-\rho) + \rho(1-\varphi)]\,\delta\;\mathrm{E}[q_{t-1}] + \rho\varphi$, dont la limite est $\rho\varphi / [1-(1-\rho\varphi)\delta]$, soit la limite d'une rotation « efficace » $\rho\varphi$. La seconde extension incorpore la récupération de 5 % des dépenses d'immobilisation : l'année qui suit des travaux admissibles d'un montant I, les loyers de l'immeuble sont majorés, au total, de $0{,}05\,I$ par an, répartis selon la part attribuable, et cette majoration est ensuite indexée avec le reste du loyer :

$$L_{i,t} \leftarrow L_{i,t}\left(1 + \frac{0{,}05\,I_{t-1}}{RBP_{t-1}}\right). \tag{34.12}$$

Le chapitre 30 avait volontairement ignoré cette récupération, ce qui est prudent ; la section 34.6 en mesure la valeur pour les 245 000 $ de travaux que le dossier programme.

34.5.5 La valeur actualisée de l'écart

Enfin, l'écart contractuel-marché a lui-même une valeur. La somme actualisée des écarts annuels sur l'horizon,

$$VA_{\text{écart}} = \sum_{t=1}^{T} \frac{RBP_t^{\text{marché}} - RBP_t}{(1+r)^t}, \tag{34.13}$$

mesure ce que l'encadrement coûte au propriétaire en revenus bruts pendant la période de projection, avant inoccupation et avant dépenses ; elle est aussi, au signe près, l'avantage locatif que les locataires en place détiennent collectivement, dont le chapitre 2 a montré qu'il constitue un droit réel au sens économique du terme. Dans le cas 3, cette valeur est de 56 008 $ sous les hypothèses du dossier, de 104 837 $ en espérance et de 184 956 $ sans relocation ; elle ne capture toutefois pas l'essentiel de l'effet sur la valeur, qui passe par le revenu de l'année terminale et sa capitalisation.

34.6 Scénarios de loyers et valeur

34.6.1 Construction des scénarios

Les scénarios de ce chapitre reposent sur une fonction locale, `projection_scenario`, qui reprend ligne pour ligne la logique de `traite.cas3.projection_dcf` en y ajoutant les paramètres introduits plus haut : taux de rotation, pourcentage de base, croissance du marché, fraction de rattrapage φ, récupération des dépenses d'immobilisation, et choix entre le mode déterministe du dossier et le mode en espérance. Lorsque ses paramètres sont ceux du dossier, elle reproduit exactement la projection du chapitre 30, ce que le test `test_ch34.py` vérifie à chaque exécution ; la valeur de chaque scénario est ensuite obtenue par `traite.cas3.valeur_dcf`, avec le taux d'actualisation de 7,25 %, le taux terminal de 5,00 %, les coûts de vente de 2,5 % et l'horizon de dix ans du dossier, qui ne varient pas ici. Les dépenses, la réserve, l'inoccupation et les travaux sont ceux du chapitre 30 : seule la trajectoire des loyers change. Cette discipline isole l'effet de l'encadrement ; le chapitre 40 croisera ces variations avec celles des taux et des dépenses dans une simulation de Monte-Carlo.

34.6.2 La grille rotation et pourcentage de base

Le tableau 34.7 croise trois taux de rotation, 5 %, 15 % et 25 %, qui correspondent en mode déterministe à un, deux et trois logements relocalisés par an, et trois pourcentages de base, 2,0 %, 3,1 % et 4,0 %, la croissance des loyers de marché restant à 3,5 %. La figure 34.4 montre les trajectoires du revenu brut potentiel et la figure 34.5 les valeurs.

La lecture du tableau appelle quatre remarques. D'abord, la valeur croît avec la rotation et avec le pourcentage de base, sans exception, ce qui est attendu puisque les deux accélèrent la convergence des loyers vers le marché. Ensuite, les deux paramètres ne sont pas substituables à parts égales : passer de 5 % à 15 % de rotation, à base de 3,1 %, ajoute 67 650 $; passer de 15 % à 25 % n'ajoute plus que 23 089 $, parce que la convergence est déjà presque achevée à 15 % dans le mode déterministe ; à l'inverse, chaque point de pourcentage de base vaut à peu près le même montant quelle que soit la rotation, de l'ordre de 80 000 $ à 130 000 $, parce qu'il agit sur l'ensemble des loyers chaque année et non sur les seuls logements relocalisés. Troisièmement, la grille est asymétrique autour de la base : le pire scénario perd 10,6 % alors que le meilleur gagne 6,0 %, et le scénario qui combine la rotation la plus faible et le

Tableau 34.7. Valeur DCF du cas 3 selon la rotation annuelle et le pourcentage de base de la fixation (croissance du marché 3,5 %, relocation intégrale au marché, autres hypothèses du dossier ; mode déterministe)

Rotation (%)	Base (%)	RBP_{11} ($)	Écart au marché en $t = 11$ (%)	$VA_{\text{écart}}$ ($)	Valeur V_0 ($)	Écart à la base (%)
5	2,0	243 052	7,4	135 975	1 974 822	−10,6
5	3,1	256 471	2,3	93 090	2 140 916	−3,1
5	4,0	268 162	−2,2	56 612	2 284 775	3,5
15	2,0	253 139	3,5	84 026	2 118 624	−4,1
15	3,1	259 911	1,0	56 008	2 208 566	0,0
15	4,0	269 809	−2,8	29 613	2 326 053	5,3
25	2,0	256 683	2,2	60 100	2 174 597	−1,5
25	3,1	260 880	0,6	41 372	2 231 655	1,0
25	4,0	270 200	−3,0	18 667	2 340 208	6,0

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch34_tal.py`, fonction `grille_scenarios` ; valeur par `traite.cas3.valeur_dcf` ($r = 7{,}25\,\%$, $R_T = 5{,}00\,\%$, $c_v = 2{,}5\,\%$, $T = 10$). Un écart négatif au marché signifie que les loyers indexés dépassent le marché, ce que le modèle ne plafonne pas.

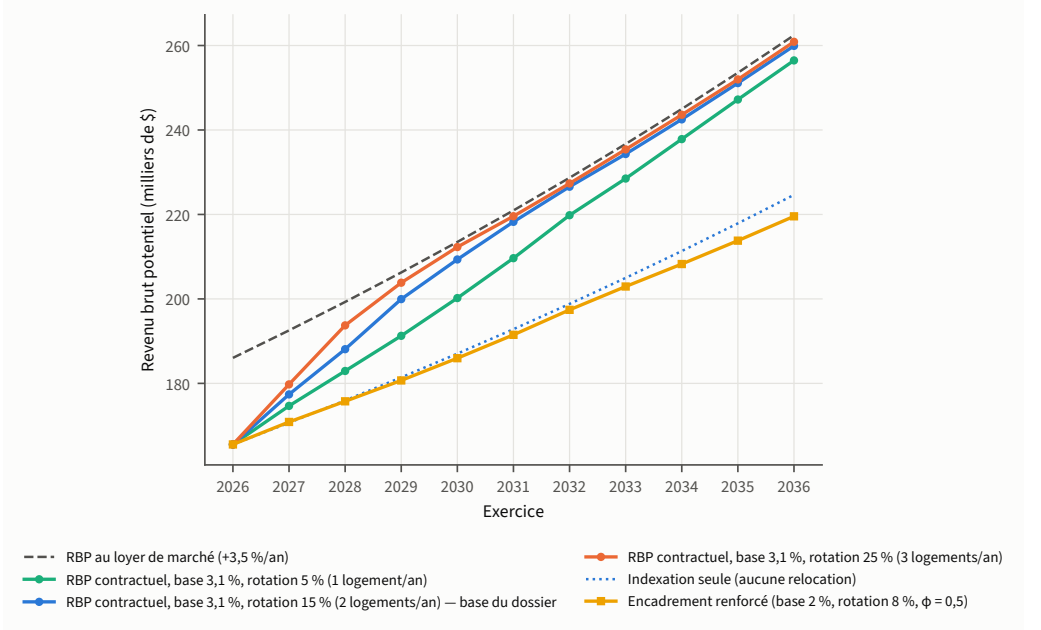


Figure 34.4. Revenu brut potentiel contractuel du cas 3 sur dix ans selon la rotation (base 3,1 %), comparé au revenu au loyer de marché, à l'indexation seule et au scénario d'encadrement renforcé. La rotation détermine la vitesse de convergence vers le marché ; le pourcentage de base et le rattrapage partiel déterminent la pente de long terme.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch34_trajectoires.py`, graine 20261031

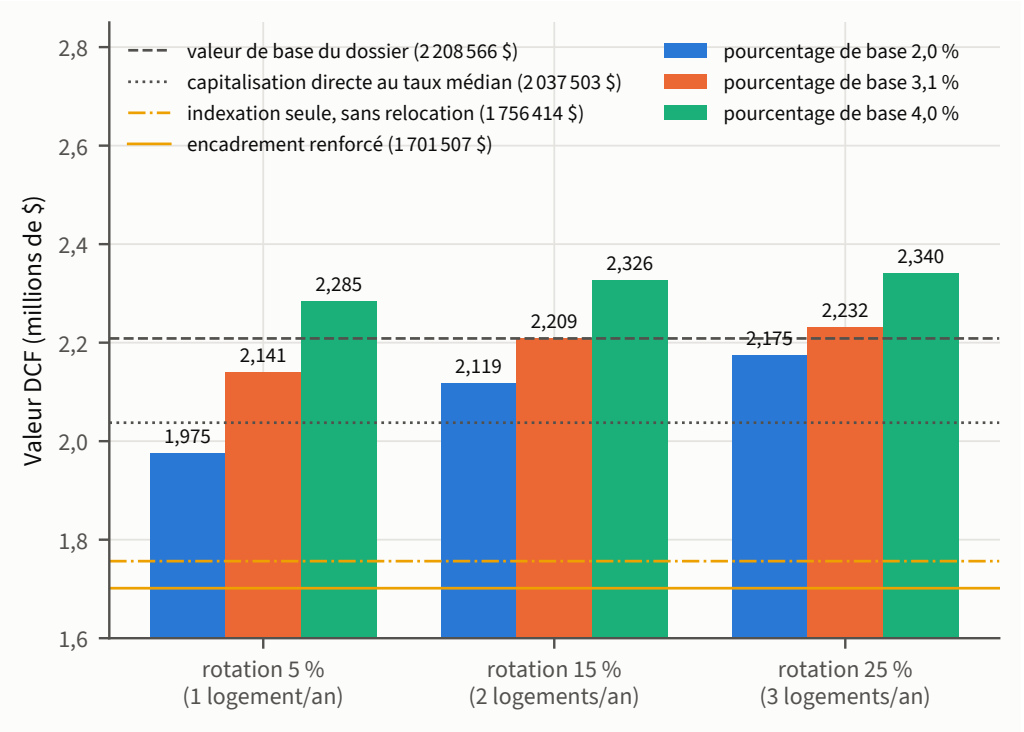


Figure 34.5. Valeur DCF du cas 3 pour les neuf combinaisons de rotation et de pourcentage de base, avec en repères la valeur de base du dossier, la valeur par capitalisation directe au taux médian extrait, la valeur sans aucune relocation et celle du scénario d'encadrement renforcé. La fourchette de la grille, de 1 974 822 $ à 2 340 208 $, encadre la valeur par capitalisation directe par le bas et la dépasse largement par le haut.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch34_valeur_scenarios.py`, graine 20261031

pourcentage de base le plus bas est aussi celui dont l'écart au marché à l'horizon, 7,4 %, est le plus grand, ce qui signifie que sa valeur terminale capitalise un revenu encore déprimé. Enfin, les scénarios à base de 4,0 % conduisent les loyers contractuels *au-dessus* du marché à l'horizon ; ils décrivent une situation où l'inflation passée excède la croissance du marché locatif, comme en 2025-2026, et le modèle ne plafonne pas les loyers au marché, de sorte qu'ils doivent être lus comme une borne supérieure, un locateur qui indexe au-dessus du marché s'exposant à des départs et à de l'inoccupation que la projection ne capte pas.

34.6.3 Scénarios complémentaires

Le tableau 34.8 ajoute à la grille des scénarios qui mobilisent les extensions de la section 34.5. Le scénario d'*encadrement serré* du chapitre 30, qui combine un pourcentage de base de 2 %, une rotation de 8 % et une croissance du marché de 3 %, est retrouvé à l'identique, 1 912 046 $. Le scénario d'*encadrement renforcé* y ajoute un rattrapage partiel de $\varphi = 0{,}5$ à la relocation, qui représenterait un exercice systématique du recours de l'article 1950, ou une forme de contrôle du loyer à la relocation telle que certaines juridictions la pratiquent ; la valeur tombe à 1 701 507 $, soit 23,0 % de moins que la base, et même en deçà de la valeur sans aucune relocation, parce que la croissance du marché y est aussi plus faible. Le rattrapage partiel seul, toutes autres hypothèses égales, coûte 6,9 %. La récupération de 5 % des trois tranches de travaux, 85 000 $ en 2027, 40 000 $ en 2029 et 120 000 $ en 2032, ajoute 3,7 %, soit 80 937 $: ce que le chapitre 30 avait laissé de côté par prudence n'est pas négligeable, et un évaluateur qui dispose des factures et sait que les travaux sont admissibles à l'annexe I peut le modéliser explicitement, à condition d'en déclarer l'hypothèse. Enfin, la borne théorique où tous les logements seraient au marché dès la première année ne vaut que 2,7 % de plus que la base : l'essentiel du rattrapage que le modèle déterministe accorde se produit dès les trois premières années.

34.6.4 Sensibilité : ce qui pèse le plus

Pour hiérarchiser les intrants sans l'effet de seuil que produit l'arrondi du nombre de logements relocalisés, les dérivées de la valeur ont été calculées en mode espérance par différences centrées autour de la base. Un point de rotation vaut environ 11 900 $; un point de pourcentage de base vaut environ 131 200 $, onze fois plus. Cette hiérarchie ne doit pas être mal lue : la rotation varie, d'un immeuble à l'autre et d'une conjoncture à l'autre, sur une plage bien plus large que le pourcentage de base, de quelques points à plus de vingt, alors que le pourcentage de base, lissé sur trois ans, bouge d'un point ou deux ; les plages de la grille, choisies pour refléter cette dispersion, donnent des amplitudes de valeur comparables, de l'ordre de 90 000 $ à 200 000 $ pour la rotation et de 140 000 $ à 310 000 $ pour la base. Le chapitre 30 avait classé l'indexation des baux parmi les intrants dominants de sa tornade, et le présent chapitre en explique la raison : elle agit chaque année sur la totalité du revenu, et son effet se capitalise dans la valeur terminale, qui porte 70 % de la valeur.

34.6.5 Du scénario au rapport

Comment l'évaluateur traduit-il ces résultats dans une conclusion de valeur marchande ? Trois principes se dégagent. Le premier est que l'hypothèse de projection retenue doit être celle qu'un acheteur type formerait à la date d'évaluation, informé du droit en vigueur : relocation au gré des départs volontaires, au loyer de marché mais sans garantie, indexation

Tableau 34.8. Scénarios complémentaires pour le cas 3 : hypothèses, revenu net de l'année 11, valeur actualisée de l'écart au marché et valeur DCF

Scénario	RNE_{11} ($)	$VA_{\text{écart}}$ ($)	Valeur V_0 ($)	Écart (%)
Base du dossier (rotation 15 %, base 3,1 %, marché 3,5 %, $\varphi = 1$)	159 658	56 008	2 208 566	0,0
Base en mode espérance (départs indépendants, rotation fractionnaire)	152 429	104 837	2 091 629	−5,3
Indexation seule, aucune relocation	125 765	184 956	1 756 414	−20,5
Encadrement serré (chapitre 30 : base 2 %, rotation 8 %, marché 3 %)	137 845	114 922	1 912 046	−13,4
Rattrapage partiel à la relocation ($\varphi = 0{,}5$)	149 437	111 687	2 056 076	−6,9
Encadrement renforcé (base 2 %, rotation 8 %, $\varphi = 0{,}5$, marché 3 %)	120 877	163 020	1 701 507	−23,0
Récupération de 5 % des dépenses d'immobilisation (2027, 2029, 2032)	165 413	29 781	2 289 503	3,7
Rotation 25 % et base 4 %	169 546	18 667	2 340 208	6,0
Tous les logements au marché dès l'année 1 (borne théorique)	162 072	19 110	2 267 398	2,7
Capitalisation directe au taux médian extrait (4,415 %, chapitre 29)			2 037 503	−7,7

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch34_tal.py`, fonction `scenarios_complementaires` ; la dernière ligne provient de `traite.cas3.tout`.

au pourcentage de base attendu, aucune éviction avant juin 2027 et aucune reprise pour un immeuble de placement ; les scénarios qui s'en écartent dans un sens favorable relèvent de la valeur d'investissement ou d'une hypothèse extraordinaire à divulguer. Le deuxième est que la fourchette produite par la grille n'est pas un intervalle de confiance : elle décrit la sensibilité de la conclusion à des hypothèses dont certaines sont plus vraisemblables que d'autres, et le rapport doit dire laquelle est retenue et pourquoi, par exemple en rapprochant la rotation retenue de celle que la SCHL mesure et de l'historique de l'immeuble. Le troisième est que la capitalisation directe fournit un point de comparaison utile : la valeur de 2 037 503 $ obtenue au chapitre 29 se situe dans la partie basse de la grille, entre les scénarios de rotation faible, ce qui est cohérent avec le fait qu'un taux extrait de ventes d'immeubles dont les loyers sont eux aussi encadrés incorpore un rattrapage « moyen » ; si l'immeuble évalué présente un écart au marché plus grand que la moyenne des comparables, la DCF l'emporte, et inversement. Le chapitre 47 procède à cette réconciliation pour le dossier complet.

34.7 L'encadrement des loyers dans la littérature économique

Encadré 34.1 : Ce que la recherche internationale enseigne sur le contrôle des loyers

Le régime québécois appartient à ce que la littérature appelle, depuis Arnott (1995), les **contrôles de deuxième génération** : ils n'imposent pas de plafond absolu aux loyers, mais encadrent la hausse des baux en cours, laissent le loyer des nouvelles locations largement libre et prévoient des mécanismes de répercussion des coûts et des travaux. Arnott soutenait qu'un tel régime, bien conçu, pouvait corriger certaines imperfections du marché locatif, notamment le pouvoir de négociation du locateur face à un locataire en place qui supporte des coûts de déménagement élevés, et que les conclusions très négatives tirées des contrôles de première génération ne lui étaient pas transposables sans examen. Trois décennies d'études empiriques permettent aujourd'hui de préciser ce jugement.

Sur l'*allocation des logements*, Glaeser et Luttmer (2003) montrent qu'à New York une fraction substantielle des logements contrôlés est occupée par des ménages qui, dans un marché libre, auraient choisi un logement de taille différente : le contrôle décourage les déménagements qu'un changement de situation familiale appellerait, et crée une inadéquation entre ménages et logements qui est un coût social distinct du transfert entre locateurs et locataires. Sur l'*offre et l'entretien*, la fin du contrôle des loyers au Massachusetts en 1995 a fourni une expérience naturelle : Sims (2007) observe que les loyers des logements anciennement contrôlés ont rejoint ceux des autres, que l'offre locative a modestement augmenté et que les locateurs ont accru l'entretien ; Autor et al. (2014) montrent qu'à Cambridge la décontrôle a relevé la valeur non seulement des immeubles anciennement contrôlés, mais aussi des immeubles voisins qui ne l'avaient jamais été, par un effet de voisinage attribuable à la rénovation et au changement de composition des quartiers. Sur la *mobilité et les transferts*, Diamond et al. (2019) exploitent l'extension du contrôle des loyers à San Francisco en 1994 aux petits immeubles d'avant 1980 : les locataires protégés sont restés dans leur logement sensiblement plus longtemps et ont bénéficié de transferts importants, mais les locateurs visés ont réduit l'offre de logements locatifs d'environ 15 %, en convertissant en copropriétés ou en reconstruisant, ce qui a contribué à une hausse des loyers de l'ordre de 5 % à l'échelle de la ville : la protection des locataires en place s'est faite au détriment des locataires futurs. La recension quasi exhaustive de Kholodilin (2024), qui couvre plus d'une centaine d'études, conclut que le contrôle réduit les loyers des logements visés et la mobilité de leurs occupants, qu'il tend à réduire la construction neuve et l'entretien, et qu'il déplace la hausse vers le segment non contrôlé ; les effets sur la ségrégation et sur le bien-être agrégé demeurent plus discutés.

L'expérience canadienne est documentée surtout pour l'Ontario : Fallis et Smith (1985) mesurent à Toronto le rationnement des locataires et la distribution des bénéfices du contrôle, concentrés sur les locataires de longue date, et Smith (1988) dresse un bilan économique du régime ontarien qui met en évidence la baisse de la construction locative privée. Aucune étude arbitrée propre au régime québécois actuel n'a pu être vérifiée dans la préparation de cet ouvrage ; les ordres de grandeur du présent chapitre, écart de 30 % pour un bail de dix-huit ans, rotation inférieure à 10 %, sont cohérents

avec ce que cette littérature prédit d'un contrôle de deuxième génération sans contrôle à la relocation. Pour l'évaluateur, trois conséquences en découlent : la rotation est endogène et décroît avec l'écart au marché ; l'entretien des immeubles anciens à loyers très déprimés tend à être différé, ce que l'inspection du chapitre 11 doit vérifier ; et le marché des logements neufs, non soumis à la fixation pendant cinq ans, se forme à des loyers qui ne sont pas ceux du parc ancien, de sorte que les loyers de marché des comparables neufs ne sont pas directement transposables aux logements anciens.

Erreurs fréquentes

- **Projeter les loyers contractuels au rythme du marché.** Le pourcentage de base suit l'inflation moyenne des trois années précédentes, non les loyers demandés ; un bail reconduit en 2026 progresse de 3,1 %, pas de 7 %. L'écart au marché ne se résorbe qu'à la relocation.
- **Supposer la relocation au marché sans réserve.** Le nouveau locataire est informé du loyer précédent et peut en demander la fixation ; l'hypothèse $\varphi = 1$ est une borne, à tempérer ou à déclarer.
- **Valoriser une éviction ou une reprise dans la valeur marchande.** Le moratoire de la Loi 65 court jusqu'au 6 juin 2027, l'article 1959.1 protège les aînés de longue date, la reprise est fermée aux sociétés et aux indivisaires, et l'indemnité d'éviction atteint jusqu'à vingt-quatre mois de loyer.
- **Comparer les pourcentages de l'ancienne et de la nouvelle méthode.** Les uns s'appliquent à des dépenses, l'autre au loyer ; un « revenu net » majoré de 5,7 % et un pourcentage de base de 3,1 % ne mesurent pas la même chose.
- **Appliquer la variation brute des taxes.** Seule la part de la hausse qui excède le pourcentage de base est répercutée, sur le montant de l'année de référence et selon la part attribuable ; une baisse ne réduit pas le loyer.
- **Supposer que les travaux rapportent 5 % à l'investisseur.** Les 5 % sont un rendement brut sur la dépense admissible, réduit des subventions, plafonné en cas de prêt bonifié, comptés une seule fois et répartis entre les logements ; un locataire qui part l'année suivante emporte la hausse dans le loyer de marché.
- **Confondre l'ordre de départ et l'espérance.** Relouer d'abord les logements les plus sous le marché accélère le rattrapage de façon irréaliste ; dans le cas 3, cette hypothèse vaut 5,3 % de la valeur.
- **Oublier l'arrondi et la période de référence.** Le loyer fixé est arrondi au dollar ; la période de référence d'un bail échéant en janvier-mars est l'avant-dernière année civile.

Limites et mises en garde

Les calculs de fixation de ce chapitre reconstituent la logique du Règlement à partir de son texte et des pourcentages publiés ; ils ne reproduisent pas les lignes du formulaire officiel, dont les définitions de revenus et de dépenses admissibles, les cas particuliers (locaux non résidentiels, services à la personne, loyers de faveur, chambres) et les

règles de preuve peuvent modifier le résultat, et c'est la décision du Tribunal qui fait foi. L'appellation « clause F » n'a pu être vérifiée dans les annexes du règlement sur les formulaires de bail. Les pourcentages de 2027 n'étaient pas publiés à la date de rédaction et l'exemple applique ceux de 2026 à des baux qui relèveront de 2027. La reconstitution de l'ancienne méthode est schématique. Le modèle de rotation suppose des départs indépendants à taux constant, alors que la rotation dépend de l'écart au marché, du cycle et de l'âge des locataires ; le mode déterministe du dossier suppose un ordre de départ favorable au locateur ; aucune des deux hypothèses n'est une mesure. La croissance des loyers de marché de 3,5 % et le taux de rotation de 15 % sont des hypothèses du dossier synthétique, non des observations ; la SCHL mesure 9,4 % de rotation dans la RMR de Montréal en 2025 pour l'ensemble du parc. Le modèle ne plafonne pas les loyers indexés au niveau du marché et ne fait pas varier l'inoccupation avec la rotation, de sorte que les scénarios à pourcentage de base élevé sont des bornes supérieures. Enfin, la littérature internationale porte sur des régimes qui diffèrent du régime québécois par le contrôle à la relocation, les exemptions et le contexte fiscal ; ses ordres de grandeur ne sont pas transposables sans précaution, et aucune étude arbitrée du régime québécois actuel n'a été identifiée.

À retenir

- Depuis le 1er janvier 2026, la fixation repose sur six critères : un pourcentage de base égal à la moyenne des trois dernières variations annuelles de l'IPC du Québec (3,1 % en 2026, 4,5 % en 2025, reproduits à partir des données de Statistique Canada), les hausses de taxes et d'assurances au-delà de ce pourcentage, 5 % des dépenses d'immobilisation et les nouveaux services, répartis selon la part attribuable, le tout arrondi au dollar.
- La fixation ne tient aucun compte de la valeur locative : l'écart au marché d'un bail ancien ne se résorbe qu'à la relocation. Pour le logement 103 du cas 3, l'augmentation de 2026 est de 23 $ par mois dans le dossier et de 46 $ avec des hausses de coûts et des travaux, contre un écart au marché de 319 $.
- Relocation (art. 1896 et 1950), cession (Loi 31), reprise (art. 1957-1958, 1970), éviction (art. 1959, 1959.1, 1965 ; moratoire de la Loi 65 jusqu'au 6 juin 2027) et « clause F » (art. 1955) déterminent ce qu'un évaluateur peut supposer : continuation de l'exploitation locative, rattrapage au gré des départs volontaires, pas de repositionnement par éviction dans la valeur marchande.
- Sous rotation aléatoire ρ, $\mathrm{E}[q_t] = q_0 a^t + \rho(1-a^t)/(1-a)$ avec $a = (1-\rho)(1+g_c)/(1+g_m)$, et $q_\infty = \rho/[1-(1-\rho)\delta]$: 93,2 %, 97,9 % et 98,9 % du marché pour 5 %, 15 % et 25 % de rotation ; la limite ne dépend pas du point de départ, et chaque point de rotation compte davantage quand la rotation est faible.
- Dans le cas 3, la grille rotation × base donne des valeurs de 1 974 822 $ à 2 340 208 $ autour de 2 208 566 $; l'indexation seule vaut 1 756 414 $ (−20,5 %), l'encadrement renforcé 1 701 507 $ (−23,0 %), la récupération des immobilisations +3,7 % ; l'ordre de départ du dossier vaut 5,3 %.
- Un point de pourcentage de base pèse environ onze fois plus qu'un point de rotation,

mais la rotation varie sur une plage dix fois plus large ; les deux doivent être déclarés et testés dans tout rapport par flux actualisés.
– La littérature internationale (Arnott, Glaeser et Luttmer, Sims, Autor et coll., Diamond et coll., Kholodilin) associe les contrôles de deuxième génération à une mobilité réduite, à un entretien différé et à une offre locative moindre ; l'évaluateur en retient que la rotation est endogène et que les loyers du neuf ne sont pas ceux du parc ancien.

Exercices

Exercice 34.1 — Pourcentage de base ★

Les moyennes annuelles d'un indice des prix sont $A = 161{,}0$, $B = 157{,}2$, $C = 153{,}6$ et $D = 147{,}0$. Calculez les trois variations annuelles et le pourcentage de base selon l'équation (34.2). Que deviendrait ce pourcentage si A valait 155,0 ? Expliquez pourquoi le pourcentage de base de l'année suivante est en grande partie prévisible dès la fin de la période de référence.

Exercice 34.2 — Franchise sur les taxes ★

Les taxes municipales d'un immeuble passent de 24 000 $ à 26 400 $; le pourcentage de base est de 3,1 % ; le logement évalué a un loyer de 1 100 $ par mois et l'immeuble des revenus de 180 000 $. Calculez la part attribuable, le pourcentage net et le montant mensuel répercuté selon l'équations (34.3) et (34.4). Reprenez le calcul pour des hausses de 6 % et de 2 %.

Exercice 34.3 — Fixation complète du logement 201 ★★

Le logement 201 du cas 3 a un loyer de 1 144 $ et un loyer de marché de 1 345 $. Avec les revenus de l'immeuble du tableau 34.4, un pourcentage de base de 3,1 %, des taxes municipales passant de 10 631 $ à une valeur supérieure de 5 %, les taxes scolaires et les assurances du dossier, et des travaux de remplacement des fenêtres de 40 000 $ réalisés pendant la période de référence, calculez l'augmentation mensuelle et le nouveau loyer arrondi. Quelle part de l'écart au marché cette augmentation résorbe-t-elle ?

Exercice 34.4 — Espérance du rapport de loyer ★★

Un logement a un rapport de loyer de 0,70 ; la rotation est de 10 %, $g_c = 3{,}1\,\%$ et $g_m = 3{,}5\,\%$. Calculez $\mathrm{E}[q_t]$ pour $t = 1$, 5 et 10 par l'équation (34.8), la limite q_∞, la probabilité que le locataire soit encore en place après dix ans et la durée espérée de son occupation. Que devient q_∞ si la rotation passe à 20 % ?

Exercice 34.5 — Éviction : coût et délai de récupération ★★

Le locataire du logement 103 occupe son logement depuis 2008 au loyer de 728 $, contre un loyer de marché de 1 047 $. En supposant qu'une éviction devienne possible après le 6 juin 2027, calculez l'indemnité minimale de l'article 1965 C.c.Q. (un mois de loyer par année d'occupation, de trois à vingt-quatre mois), ajoutez des frais de déménagement de 1 500 $, et déterminez en combien d'années le gain de loyer annuel rembourse cette somme. Discutez ensuite les conditions juridiques qui rendraient cette éviction impossible ou ce calcul inapplicable à la valeur marchande.

Exercice 34.6 — Scénarios par script ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch34_tal.py` (fonction `valeur_scenario`), calculez la valeur du cas 3 pour une rotation de 10 % et un pourcentage de base de 2,5 %, puis ajoutez successivement un rattrapage partiel $\varphi = 0{,}5$ et la récupération de 5 % des dépenses d'immobilisation. Comparez à la valeur de base et à la valeur par capitalisation directe, et rédigez le paragraphe du rapport qui présenterait cette fourchette à un prêteur.

Exercice 34.7 — Statique comparative de la limite ★★★

Dérivez l'équation (34.9) à partir de la récurrence de la proposition 34.1 et montrez que $\partial q_\infty / \partial \rho = (1-\delta)/[1-(1-\rho)\delta]^2$. Calculez cette dérivée pour $\rho = 5\,\%$ et $\rho = 15\,\%$ avec $\delta = 1{,}031/1{,}035$, puis généralisez la proposition au cas d'un rattrapage partiel φ et montrez que la limite est celle d'une rotation efficace $\rho\varphi$. Interprétez : pourquoi un évaluateur doit-il porter plus d'attention à la rotation d'un immeuble dont les locataires bougent peu ?

Pour aller plus loin

Le texte du Règlement sur les critères de fixation de loyer (Québec 1985c) et le décret 1455-2025 qui l'a remanié (Québec 2025b) sont courts et doivent être lus dans leur version refondue ; les pages du Tribunal administratif du logement sur les pourcentages applicables (Tribunal administratif du logement 2026d), sur l'augmentation de loyer (Tribunal administratif du logement 2026a) et sur l'outil de calcul (Tribunal administratif du logement 2026b), ainsi que le formulaire RN (Tribunal administratif du logement 2025b), donnent la mise en œuvre pratique, et les résumés de décisions (Tribunal administratif du logement 2026f) éclairent les points que le texte laisse ouverts. Les lois 31 et 65 (Québec 2024b ; Québec 2024a) se lisent dans la *Gazette officielle*. Sur l'économie du contrôle des loyers, l'article de Arnott (1995) reste le point d'entrée indispensable pour comprendre la distinction entre première et deuxième génération ; Kholodilin (2024) offre la recension la plus complète des résultats empiriques et peut servir de guide bibliographique. Les études de cas de Glaeser et Luttmer (2003) sur New York, de Sims (2007) et Autor et al.

(2014) sur le Massachusetts et de Diamond et al. (2019) sur San Francisco illustrent trois méthodes d'identification différentes et méritent d'être lues pour leur démarche autant que pour leurs résultats ; le chapitre 36 y reviendra. Pour le Canada, Fallis et Smith (1985) et Smith (1988) demeurent, faute de travaux plus récents arbitrés sur le Québec, les références de langue anglaise sur les effets distributifs et l'offre. Enfin, les enquêtes annuelles de la SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) fournissent les taux de rotation et la croissance des loyers à échantillon constant qui calibrent les projections ; l'évaluateur les consulte à chaque mission et en date l'usage.

PARTIE VII

Économétrie et méthodes avancées

CHAPITRE 35

35

Indices immobiliers et ventes répétées

Les chapitres précédents ont supposé, chaque fois qu'un comparable vendu il y a quinze mois devait être ramené à la date d'évaluation, qu'un indice du marché existait et qu'il était fiable. Le présent chapitre examine cette hypothèse. Un indice de prix immobiliers répond à une question d'apparence simple, « de combien le prix d'un logement *donné* a-t-il varié entre deux dates ? », qui se heurte à une difficulté irréductible : le logement donné ne se vend presque jamais aux deux dates, et les logements qui se vendent à la première ne sont pas ceux qui se vendent à la seconde. Toute la théorie des indices immobiliers consiste à contourner cet obstacle, soit en corrigeant les différences de caractéristiques par un modèle hédonique, soit en ne retenant que les immeubles vendus deux fois, soit en s'appuyant sur une évaluation antérieure de chaque immeuble. Le chapitre expose ces trois familles, en dérive les estimateurs, en mesure les biais et les imprécisions, puis les confronte sur un même marché, celui du cas 1, dont la trajectoire vraie est connue. Il décrit ensuite les indices canadiens et québécois que l'évaluateur rencontre dans sa pratique et dit ce que chacun mesure. La leçon qui s'en dégage est que l'ajustement de conditions du marché, souvent traité comme une formalité, repose sur une mesure dont l'incertitude est du même ordre que celle des ajustements de propriété, et qu'il faut choisir et documenter l'indice avec le même soin que les comparables.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- définir un indice de prix à qualité constante et le distinguer d'une série de prix médians ou moyens, dont il peut décomposer le biais de composition ;
- construire un indice hédonique par indicatrices temporelles, par chaînage de périodes adjacentes ou par imputation, et dire quand ces trois constructions coïncident ;
- dériver l'estimateur de ventes répétées de Bailey, Muth et Nourse et l'estimateur pondéré de Case et Shiller, en comprendre les hypothèses et calculer leurs erreurs-types ;
- construire un indice SPAR à partir des prix de vente et des valeurs au rôle, et en connaître les conditions de validité ;
- expliquer les biais de sélection des reventes, le mécanisme de révision des indices et

la précision attendue selon la taille de l'échantillon ;
– lire correctement l'indice Teranet–Banque Nationale, l'Indice des prix des logements neufs, les médianes de l'APCIQ et de JLR, et choisir l'indice approprié à un ajustement de conditions du marché.

35.1 Pourquoi un indice ?

35.1.1 Trois usages, une même exigence

L'évaluateur rencontre les indices de prix dans trois situations. La première situation est celle de l'**ajustement de conditions du marché** d'un comparable : le chapitre 17 a montré que le prix d'une vente ancienne doit être multiplié par le rapport de l'indice à la date d'évaluation à l'indice à la date de la vente, et que cet ajustement est souvent le plus important de la grille lorsque les prix évoluent de plusieurs points par année. La deuxième est le *suivi du marché* : l'étude de marché du chapitre 15, le rapport d'évaluation, l'analyse du cycle du chapitre 3 et la mesure du risque de portefeuille du chapitre 48 ont besoin d'une mesure de la variation des prix dégagée des accidents de composition. La troisième, moins familière au praticien québécois, est la construction de *produits financiers* adossés aux prix des maisons : indexation des contrats, assurance de la valeur, contrats à terme et options, que Shiller (2015) a longtemps défendus comme instruments de partage du risque immobilier des ménages et qui exigent un indice publié, reproductible et peu révisé. Les trois usages posent la même exigence : l'indice doit mesurer la variation du prix d'un logement de caractéristiques *constantes*, et non la variation du prix des logements qui se trouvent avoir été vendus.

Définition 35.1 : Indice de prix à qualité constante

Soit $\mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, t]$ le prix espéré à la date t d'un logement de caractéristiques $\mathbf{x}$, au sens de l'équation (16.1). L'**indice de prix à qualité constante** entre la période de base 0 et la période t est le rapport

$$I_t = 100 \times \frac{\mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, t]}{\mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, 0]}, \tag{35.1}$$

pour un panier de caractéristiques $\mathbf{x}$ fixé. Lorsque la fonction de prix est semi-logarithmique à effets temporels additifs, $\ln \mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, t] = \alpha + \mathbf{x}^{\mathsf{T}}\beta + \tau_t$, le rapport ne dépend pas du panier et vaut $100 \exp(\tau_t - \tau_0)$: l'indice est alors défini sans ambiguïté. Dans le cas général, il dépend du panier retenu, et l'on parle d'indice de Laspeyres, de Paasche ou de Fisher selon le panier.

La définition fait apparaître pourquoi aucune statistique calculée directement sur les prix observés ne convient. Les ventes de la période t ont des caractéristiques $\mathbf{x}_i$ qui diffèrent de celles de la période 0 ; la médiane ou la moyenne de leurs prix mélange la variation du marché et la variation de la composition. Les trois familles de méthodes du chapitre se distinguent par la façon dont elles neutralisent cette composition : la méthode **hédonique** la mesure explicitement au moyen du modèle du chapitre 18 ; la méthode des **ventes répétées** l'élimine en ne comparant chaque immeuble qu'à lui-même ; la méthode du **rapport prix**

sur valeur (en anglais *sale price appraisal ratio*, SPAR) la neutralise en rapportant chaque prix à une évaluation antérieure du même immeuble. Le tableau 35.1 résume ces familles, leurs données, leurs hypothèses et leurs faiblesses ; Hill (2013) en donne une taxonomie détaillée pour les méthodes hédoniques, et le manuel international des indices de prix des logements (Eurostat et al. 2013) les compare chapitre par chapitre.

35.1.2 Ce qu'un indice ne mesure pas

Trois précisions évitent des confusions courantes. D'abord, un indice de prix n'est pas un indice de valeur : il mesure la variation du prix d'un bien de caractéristiques constantes, non la variation de la valeur d'un bien particulier, qui vieillit, se dégrade ou s'améliore entre deux dates. Un immeuble qui a vingt ans à la date d'évaluation et dix-sept ans à la date de la vente comparable n'a pas la même qualité aux deux dates ; l'indice mesure ce que vaudrait aujourd'hui l'immeuble *tel qu'il était*, et l'ajustement d'âge ou d'état, s'il y a lieu, est distinct. Cette distinction est au cœur des travaux de Knight et Sirmans (1996) et de Harding et al. (2007) sur la dépréciation mesurée dans les modèles de ventes répétées, sur lesquels la section 35.4 revient. Ensuite, un indice est propre à un territoire et à un segment : l'indice d'une région métropolitaine agrège des sous-marchés dont les trajectoires peuvent diverger, comme la figure 35.1 le montrera pour les logements neufs des cinq régions métropolitaines québécoises couvertes, et le chapitre 17 a rappelé qu'appliquer à une unifamiliale de Gatineau l'indice de la région de Montréal n'est pas un ajustement, mais une erreur de marché. Enfin, un indice est une estimation : il a une variance, qui dépend du nombre de ventes de chaque période, et il est révisé lorsque de nouvelles observations s'ajoutent. Les deux dernières valeurs publiées d'un indice de ventes répétées, celles qui servent justement à l'ajustement de conditions du marché, sont les moins précises et les plus révisées, et le chapitre y revient à la section 35.7.

35.2 Médiane, moyenne et biais de composition

35.2.1 La médiane mesure deux choses à la fois

Le **prix médian** est la statistique la plus diffusée, parce qu'elle est simple, robuste aux ventes extrêmes et calculable sans aucune information sur les caractéristiques des biens vendus. C'est précisément cette dernière propriété qui en fait un mauvais indice : si la médiane ne voit pas les caractéristiques, elle ne peut pas les tenir constantes. Supposons que la fonction de prix soit celle du modèle de référence, $\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^\top \beta + \tau_{t(i)} + \varepsilon_i$. La moyenne des logarithmes des prix de la période t, c'est-à-dire le logarithme de leur moyenne géométrique $\tilde{P}_t^{\,g}$, s'écrit

$$\begin{aligned} \ln \tilde{P}_t^{\,g} &= \alpha + \bar{\mathbf{x}}_t^\top \beta + \tau_t + \bar{\varepsilon}_t, \\ \ln \frac{\tilde{P}_t^{\,g}}{\tilde{P}_0^{\,g}} &= \underbrace{(\tau_t - \tau_0)}_{\text{variation pure}} + \underbrace{(\bar{\mathbf{x}}_t - \bar{\mathbf{x}}_0)^\top \beta}_{\text{effet de composition}} + (\bar{\varepsilon}_t - \bar{\varepsilon}_0), \end{aligned} \tag{35.2}$$

où $\bar{\mathbf{x}}_t$ est le vecteur des caractéristiques moyennes des ventes de la période t. La variation de la moyenne géométrique est la somme de la variation pure des prix, qui est ce que l'indice doit mesurer, et de l'effet de composition, qui est la valeur, aux prix implicites du modèle, du déplacement des caractéristiques moyennes des biens vendus. Si les ventes de la période t comptent plus de maisons grandes, récentes ou situées dans un secteur cher que celles de la

Tableau 35.1. Familles d'indices de prix des logements : données, hypothèse centrale et faiblesse principale

Méthode	Données requises	Hypothèse centrale	Faiblesse principale
Médiane, moyenne (brutes ou stratifiées)	Prix et date de chaque vente ; strates (type, secteur)	La composition des ventes est stable d'une période à l'autre	Biais de composition ; la stratification ne corrige que les strates observées
Hédonique à indicatrices temporelles	Prix, date et caractéristiques de chaque vente	Prix implicites constants sur la fenêtre d'estimation ; forme fonctionnelle correcte	Révision de toute la série quand une période s'ajoute ; dépend de la spécification
Hédonique chaîné (périodes adjacentes)	Idem	Prix implicites constants sur deux périodes seulement	Dérive du chaînage ; variance cumulée
Hédonique par imputation (Laspeyres, Paasche, Fisher)	Idem, avec un modèle par période	Modèle estimable période par période	Exige beaucoup de ventes par période ; dépend du panier
Ventes répétées (BMN, Case–Shiller)	Prix et dates des immeubles vendus au moins deux fois	Qualité de l'immeuble constante entre ses deux ventes ; absence de sélection	Sous-échantillon des reventes ; rénovations et dépréciation ; révision ; petits échantillons
SPAR (prix / valeur au rôle)	Prix de chaque vente et valeur au rôle de l'immeuble à une date de référence commune	Rôle uniforme (ratio prix/valeur indépendant des caractéristiques)	Hérite des biais du rôle ; rupture à chaque nouveau rôle
Hybride (hédonique + ventes répétées)	Toutes les ventes, caractéristiques connues ou non	Modèle commun aux ventes uniques et répétées	Complexité ; peu diffusé

Source : synthèse de l'auteur d'après Eurostat et al. (2013), Hill (2013) et Bourassa et al. (2006).

période 0, la moyenne monte sans qu'aucun prix n'ait bougé. La médiane obéit à la même logique, de façon moins algébrique parce qu'elle n'est pas une moyenne, mais avec une sensibilité comparable à la composition. Lorsque les indicatrices temporelles sont estimées par les moindres carrés avec les mêmes données, les résidus somment à zéro dans chaque période et l'équation (35.2) est une identité exacte : la moyenne géométrique corrigée de la composition, $\exp(\ln \bar{P}_t^{\,g} - \bar{\mathbf{x}}_t^{\top}\hat{\beta})$, reproduit exactement l'indice hédonique. C'est la façon la plus directe de voir qu'un indice hédonique *est* une moyenne de prix corrigée de la composition.

L'effet de composition n'est pas un bruit qui s'annule en moyenne. Il est corrélé au cycle : quand les taux d'intérêt montent, les acheteurs se reportent vers des biens plus petits ou plus éloignés, et la médiane baisse davantage que les prix ; quand un segment haut de gamme s'anime, la médiane monte sans que la maison type ne s'apprécie. Case et Shiller (1987), en construisant les premiers indices de ventes répétées pour quatre villes américaines, montraient déjà que les médianes publiées par les associations de courtiers divergeaient des indices à qualité constante dans des proportions qui changeaient de signe selon la phase du cycle. Le chapitre 4 a tiré la même leçon des médianes québécoises : une variation de la médiane n'est pas une variation de prix.

35.2.2 La stratification et ses limites

Le remède le plus simple consiste à calculer des médianes par *strates* homogènes, par type de propriété et par secteur, puis à les agréger avec des poids fixes, ceux du parc ou ceux des ventes de la période de base. Cette **médiane stratifiée** (en anglais *mix-adjusted median*) neutralise la composition *entre* les strates : si les ventes se déplacent de Hull vers Aylmer, l'agrégat à poids fixes ne bouge pas. Elle ne neutralise rien *à l'intérieur* des strates : si, dans Aylmer, les maisons vendues ce trimestre sont plus grandes, la médiane de la strate monte. Le manuel international des indices recommande la stratification comme méthode minimale lorsque les caractéristiques ne sont pas disponibles, et il montre que son efficacité dépend entièrement de la finesse des strates et de la stabilité de la composition intra-strate (Eurostat et al. 2013). Avec des données de rôle ou de courtage qui renseignent la superficie, l'âge et le type, la stratification n'a plus de raison d'être : le modèle hédonique fait la même chose de façon continue et sur toutes les caractéristiques à la fois.

35.3 Les indices hédoniques

35.3.1 L'indice à indicatrices temporelles

La construction la plus courante estime, sur l'ensemble des ventes de la fenêtre d'étude, le modèle semi-logarithmique du chapitre 18 avec une indicatrice pour chaque période sauf la première :

$$\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \sum_{t=1}^{T} \tau_t \, D_{it} + \varepsilon_i, \qquad D_{it} = \mathbb{1}\{t(i) = t\}, \tag{35.3}$$

où $t(i)$ est la période de la vente i. Le coefficient τ_t est le logarithme du rapport entre le prix espéré d'un logement de caractéristiques données à la période t et celui du même logement à la période 0. L'indice, dit **à indicatrices temporelles** (en anglais *time dummy index*), est

$$\hat{I}_t = 100 \exp(\hat{\tau}_t), \qquad \hat{I}_0 = 100, \tag{35.4}$$

et c'est ce que calcule la fonction `indice_dummies_temps` du module `traite.hedonique`. L'intervalle de confiance à 95 % de $\hat{I}_t$ s'obtient en retransformant celui de $\hat{\tau}_t$: $100\exp(\hat{\tau}_t \pm 1{,}96\,\hat{\sigma}_{\hat{\tau}_t})$, avec une erreur-type robuste à l'hétéroscédasticité. Cette erreur-type dépend d'abord du nombre de ventes de la période t *et* de la période de base : comme $\hat{\tau}_t$ compare deux moyennes corrigées, sa variance est approximativement $\hat{\sigma}^2(1/n_t + 1/n_0)$ lorsque les caractéristiques sont équilibrées entre les périodes, et elle est donc gouvernée par la plus petite des deux périodes. Une période de base peu fournie dégrade toute la série ; une dernière période peu fournie dégrade la valeur la plus récente, qui est celle que l'ajustement de conditions du marché utilise.

L'indice à indicatrices a deux qualités et deux défauts. Il utilise toutes les ventes, uniques ou répétées, et il est défini sans ambiguïté de panier. En revanche, il suppose que les prix implicites β sont constants sur toute la fenêtre, ce qui est douteux sur plusieurs années : la prime d'un garage ou d'un secteur peut changer avec le cycle. Et il est *révisé* à chaque nouvelle période : ajouter les ventes de la période $T+1$ réestime β et, par ricochet, tous les $\hat{\tau}_t$ antérieurs. Pour un indice publié, cette révision rétrospective est un inconvénient sérieux, et c'est la raison pour laquelle les producteurs recourent au chaînage.

35.3.2 Le chaînage par périodes adjacentes

L'**indice chaîné** estime le modèle sur deux périodes adjacentes seulement, $t-1$ et t, avec une seule indicatrice,

$$\ln P_i = \alpha_t + \mathbf{x}_i^{\top}\beta_t + \delta_t\,\mathbb{1}\{t(i)=t\} + \varepsilon_i \quad (i : t(i)\in\{t-1,t\}), \qquad \hat{I}_t = \hat{I}_{t-1}\exp(\hat{\delta}_t), \tag{35.5}$$

et enchaîne les variations. Les prix implicites β_t sont libres de changer d'une paire de périodes à l'autre, et l'ajout d'une période ne révise pas les maillons antérieurs, deux avantages décisifs pour la publication. Le prix à payer est double. D'une part, la variance s'accumule : l'erreur-type du logarithme de $\hat{I}_t$ est la racine de la somme des variances des maillons, $\sqrt{\sum_{s\le t}\hat{\sigma}^2_{\hat{\delta}_s}}$, de sorte que l'incertitude sur le niveau de l'indice croît avec la distance à la base, alors que celle de l'indice à indicatrices reste bornée. D'autre part, le chaînage peut *dériver* : si la composition des ventes oscille d'une période à l'autre et que le modèle est mal spécifié, les erreurs de chaque maillon ne se compensent pas nécessairement, et l'indice chaîné s'écarte de l'indice direct entre les mêmes dates. La variante dite à *fenêtre glissante* (en anglais *rolling window time dummy*), qui estime chaque maillon sur plusieurs périodes plutôt que deux, est un compromis entre les deux constructions ; Haan et Diewert (2013) en discutent les propriétés et recommandent de documenter la longueur de la fenêtre.

35.3.3 L'imputation et les paniers

La troisième construction renoue avec la théorie classique des indices. On estime un modèle hédonique *par période*, puis l'on impute à chaque logement vendu à la période de base le prix qu'il aurait obtenu à la période t, ou réciproquement. En logarithmes, avec $\hat{p}_s(\mathbf{x}) = \hat{\alpha}_s + \mathbf{x}^{\top}\hat{\beta}_s$ le prix prédit à la période s pour les caractéristiques $\mathbf{x}$, l'indice d'**imputation** géométrique de Laspeyres (panier de la période de base) et celui de Paasche (panier de la période courante) sont

$$\begin{aligned} \ln \hat{I}_t^{L} &= \frac{1}{n_0}\sum_{i\in 0}\left[\hat{p}_t(\mathbf{x}_i) - \hat{p}_0(\mathbf{x}_i)\right], \qquad \ln \hat{I}_t^{P} = \frac{1}{n_t}\sum_{i\in t}\left[\hat{p}_t(\mathbf{x}_i) - \hat{p}_0(\mathbf{x}_i)\right], \\ \ln \hat{I}_t^{F} &= \tfrac{1}{2}\left(\ln \hat{I}_t^{L} + \ln \hat{I}_t^{P}\right), \end{aligned} \tag{35.6}$$

l'indice de Fisher étant la moyenne géométrique des deux. La version dite à *double imputation* remplace, pour le panier de base, le prix observé par le prix prédit dans la période de base aussi, ce que l'équation (35.6) fait déjà en utilisant $\hat{p}_0(\mathbf{x}_i)$ plutôt que $\ln P_i$: les résidus des ventes individuelles n'entrent pas dans l'indice. Le manuel international recommande cette famille, et en particulier l'indice de Fisher à double imputation, parce qu'elle laisse les prix implicites varier librement d'une période à l'autre et qu'elle se rattache aux indices économiques classiques (Eurostat et al. 2013 ; Haan et Diewert 2013). Son exigence pratique est lourde : il faut assez de ventes dans *chaque* période pour estimer un modèle complet, ce qui exclut les marchés minces et les périodes courtes, sauf à réduire le modèle.

Proposition 35.1 : Équivalence de l'imputation et des indicatrices temporelles

Si les modèles de chaque période partagent les mêmes prix implicites β et ne diffèrent que par leur constante, de sorte que $\hat{p}_t(\mathbf{x}) - \hat{p}_0(\mathbf{x}) = \hat{\tau}_t$ pour tout $\mathbf{x}$, alors les indices d'imputation géométriques de Laspeyres, de Paasche et de Fisher coïncident entre eux et avec l'indice à indicatrices temporelles : $\hat{I}_t^{L} = \hat{I}_t^{P} = \hat{I}_t^{F} = 100 \exp(\hat{\tau}_t)$.

Démonstration. Sous l'hypothèse, chaque terme des sommes de l'équation (35.6) vaut $\hat{\tau}_t$ quel que soit i ; les moyennes sur n_0 ou n_t termes valent donc $\hat{\tau}_t$, et leur demi-somme aussi. L'exponentielle donne l'indice de l'équation (35.4). □

La proposition dit où se situe la différence entre les constructions : uniquement dans la liberté laissée aux prix implicites de varier. Avec des prix implicites communs, l'imputation n'apporte rien ; avec des prix implicites propres à chaque période, l'écart entre Laspeyres et Paasche mesure l'interaction entre le changement des prix implicites et le changement de composition, exactement comme dans la théorie des indices de prix à la consommation. L'exemple intégral vérifie numériquement la proposition sur le cas 1, puis estime l'indice chaîné pour voir ce que la liberté des coefficients change sur un marché où, par construction, les prix implicites sont constants.

35.3.4 Ce que la spécification fait à l'indice

Un indice hédonique hérite de toutes les hypothèses du modèle sous-jacent, et le chapitre 18 en a dressé la liste. Deux conséquences propres aux indices méritent d'être soulignées. La première concerne les variables omises : si une caractéristique qui contribue au prix et dont la fréquence change au fil du temps est absente du modèle, sa contribution est absorbée par les indicatrices temporelles, et l'indice mesure en partie la composition qu'il prétend neutraliser. Un indice construit sans variable de localisation fine, sur un marché où les ventes se déplacent vers les quartiers centraux, surestime la hausse des prix. La seconde concerne l'âge. Dans un modèle estimé sur plusieurs années, l'âge de chaque logement à sa vente et la date de la vente sont presque colinéaires pour un logement donné ; sur l'ensemble des ventes, la colinéarité n'est pas parfaite parce que les années de construction diffèrent, mais Clapp et Giaccotto (1998) ont montré que la façon dont l'âge est spécifié affecte directement les effets temporels estimés. L'indice à indicatrices mesure la variation du prix *à âge constant*, ce qui est bien ce que l'on veut pour l'ajustement d'un comparable que l'on ramène à la date d'évaluation sans le vieillir ; l'indice de ventes répétées, lui, laisse l'immeuble vieillir entre ses deux ventes, et la section 35.4 dit comment en tenir compte.

35.4 Les indices de ventes répétées

35.4.1 L'estimateur de Bailey, Muth et Nourse

La méthode des **ventes répétées** (en anglais *repeat sales*) renonce à mesurer les caractéristiques et ne retient que les immeubles vendus au moins deux fois dans la fenêtre d'étude. Si l'immeuble j s'est vendu P_{j1} à la période t_{j1} et P_{j2} à la période $t_{j2} > t_{j1}$, et si ses caractéristiques n'ont pas changé entre les deux ventes, le modèle semi-logarithmique donne, par différence,

$$y_j \equiv \ln \frac{P_{j2}}{P_{j1}} = \tau_{t_{j2}} - \tau_{t_{j1}} + \eta_j = \sum_{t=1}^{T} \tau_t \, D_{jt} + \eta_j, \qquad D_{jt} = \begin{cases} +1 & \text{si } t = t_{j2}, \\ -1 & \text{si } t = t_{j1}, \\ 0 & \text{sinon}, \end{cases} \tag{35.7}$$

où $\eta_j = \varepsilon_{j2} - \varepsilon_{j1}$ et où la période 0 est omise pour fixer $\tau_0 = 0$. La constante α et le terme $\mathbf{x}_j^{\top}\beta$ ont disparu : c'est tout l'intérêt de la méthode, qui n'exige de connaître ni les caractéristiques ni leurs prix implicites. Bailey et al. (1963) ont proposé d'estimer les τ_t par les moindres carrés ordinaires de y_j sur les colonnes de la matrice $\mathbf{D}$ (n paires $\times$ T périodes), sans constante :

$$\hat{\tau} = (\mathbf{D}^{\top}\mathbf{D})^{-1}\mathbf{D}^{\top}\mathbf{y}, \qquad \hat{I}_t = 100 \exp(\hat{\tau}_t). \tag{35.8}$$

La matrice $\mathbf{D}^{\top}\mathbf{D}$ a une structure parlante : son élément diagonal (t,t) est le nombre de paires dont l'une des ventes a eu lieu à la période t, et son élément (s,t) est l'opposé du nombre de paires reliant les périodes s et t. L'estimateur n'est défini que si cette matrice est inversible, c'est-à-dire si le graphe dont les sommets sont les périodes et les arêtes les paires de ventes est connexe : une période qu'aucune revente ne relie aux autres n'a pas d'indice. La fonction `ventes_repetees_bmn` du module `traite.hedonique` construit $\mathbf{D}$ et résout le système.

Proposition 35.2 : Propriétés de l'estimateur BMN

Sous le modèle (35.7), si les caractéristiques de chaque immeuble sont constantes entre ses deux ventes et si $\mathrm{E}[\eta_j \mid \mathbf{D}] = 0$, l'estimateur (35.8) est sans biais pour τ. Si de plus les η_j sont indépendants et de variance commune $\sigma_\eta^2 = 2\sigma^2$, sa matrice de covariance est $\sigma_\eta^2 (\mathbf{D}^{\top}\mathbf{D})^{-1}$. Dans le cas de deux périodes où toutes les paires relient la période 0 à la période 1, $\exp(\hat{\tau}_1)$ est la moyenne géométrique des rapports de prix P_{j2}/P_{j1}.

Démonstration. L'absence de biais et la covariance sont les propriétés usuelles des moindres carrés, $\hat{\tau} = \tau + (\mathbf{D}^{\top}\mathbf{D})^{-1}\mathbf{D}^{\top}\eta$; la variance $2\sigma^2$ de η_j résulte de l'indépendance des deux bruits de transaction d'écart-type σ. Dans le cas de deux périodes, $\mathbf{D}$ est une colonne de n uns, $\mathbf{D}^{\top}\mathbf{D} = n$ et $\hat{\tau}_1 = \frac{1}{n}\sum_j \ln(P_{j2}/P_{j1})$, dont l'exponentielle est la moyenne géométrique des rapports. □

Deux remarques prolongent la proposition. Premièrement, le logarithme fait de l'indice une moyenne *géométrique* des variations individuelles ; Shiller (1991) a proposé des estimateurs *arithmétiques*, qui pondèrent chaque immeuble par sa valeur et répondent à la question « de combien la valeur d'un portefeuille de maisons a-t-elle varié ? », pertinente pour un indice financier, alors que la version géométrique répond à la question de la maison type. Les deux diffèrent d'un terme de l'ordre de la demi-variance des variations individuelles,

par l'inégalité de Jensen, et l'exercice 35.8 en mesure l'écart. Deuxièmement, la variance de l'estimateur dépend du nombre de paires reliant chaque période aux autres, non du nombre total de ventes ; sur un marché où une maison sur vingt se revend chaque année, la méthode n'utilise qu'une fraction des transactions, et Goetzmann (1992) a montré que, dans les petits échantillons, les indices de ventes répétées sont bruités au point que la valeur de la période la plus récente peut être dominée par l'erreur d'estimation ; il a proposé un estimateur bayésien qui rétrécit les variations vers une tendance, ce que la section 35.7 illustre par la taille de l'échantillon.

35.4.2 L'estimateur pondéré de Case et Shiller

Case et Shiller (1987) et Case et Shiller (1989) ont relevé que l'hypothèse de variance constante de η_j est intenable : plus l'intervalle entre les deux ventes est long, plus la valeur de l'immeuble a eu le temps de s'écarter de la trajectoire du marché, par des rénovations, un entretien négligé, un changement du voisinage. Ils modélisent le logarithme du prix comme la somme de l'indice, d'une marche aléatoire propre à l'immeuble, de variance δ^2 par unité de temps, et d'un bruit de transaction ε de variance σ^2. La variance de la différence des logarithmes devient

$$\operatorname{Var}[\eta_j] = 2\sigma^2 + \delta^2\,\Delta_j, \qquad \Delta_j = t_{j2} - t_{j1}, \tag{35.9}$$

une fonction linéaire croissante de l'intervalle. Les moindres carrés ordinaires restent sans biais mais ne sont plus efficaces, et les erreurs-types usuelles sont fausses. L'estimateur **Case–Shiller pondéré** (en anglais *weighted repeat sales*, WRS) procède en trois étapes. On estime d'abord l'équation (35.7) par MCO et l'on en retient les résidus $\hat{\eta}_j$; on régresse ensuite leurs carrés sur l'intervalle,

$$\hat{\eta}_j^2 = a_0 + a_1\,\Delta_j + u_j, \qquad \hat{w}_j = \frac{1}{\sqrt{\hat{a}_0 + \hat{a}_1\,\Delta_j}}, \tag{35.10}$$

ce qui estime $2\sigma^2$ par $\hat{a}_0$ et δ^2 par $\hat{a}_1$; on réestime enfin l'équation (35.7) par les moindres carrés pondérés, en multipliant chaque ligne de $\mathbf{D}$ et de $\mathbf{y}$ par $\hat{w}_j$:

$$\hat{\tau}^{CS} = (\mathbf{D}^\top \mathbf{W} \mathbf{D})^{-1} \mathbf{D}^\top \mathbf{W} \mathbf{y}, \qquad \mathbf{W} = \operatorname{diag}(\hat{w}_j^2) = \operatorname{diag}\!\left(\frac{1}{\hat{a}_0 + \hat{a}_1 \Delta_j}\right). \tag{35.11}$$

Les paires séparées par un long intervalle, dont la variation contient plus de bruit idiosyncrasique, reçoivent moins de poids. La fonction `ventes_repetees_case_shiller` enchaîne les trois étapes. Trois précisions pratiques. La deuxième étape est elle-même une régression bruitée, surtout avec quelques centaines de paires ; sa pente peut sortir négative si des paires de court intervalle présentent de fortes variations, ce qui est le symptôme de reventes rapides après rénovation et non d'une marche aléatoire négative, et l'exemple intégral en montre un cas. La pondération ne corrige pas un biais ; elle améliore l'efficacité et rend les erreurs-types correctes. Enfin, lorsque $\hat{a}_1$ est petit devant $\hat{a}_0$, les poids sont presque uniformes et l'estimateur pondéré se confond avec celui de BMN.

35.4.3 Les biais de sélection des reventes

Le modèle (35.7) repose sur deux hypothèses que la réalité malmène. La première est la constance des caractéristiques entre les deux ventes. Un immeuble rénové entre ses ventes

affiche une variation de prix qui mélange l'évolution du marché et la valeur des travaux ; un immeuble laissé à l'abandon affiche l'inverse. Si les rénovations sont plus fréquentes que les dégradations, ce qui est le cas des immeubles que l'on revend, l'indice est biaisé vers le haut. La dépréciation est le cas symétrique et systématique : tout immeuble vieillit entre ses deux ventes, de sorte que l'indice de ventes répétées mesure la variation du prix d'un immeuble *qui vieillit*, et sous-estime donc la variation à âge constant d'un montant égal à la dépréciation sur l'intervalle. Knight et Sirmans (1996) et surtout Harding et al. (2007) ont estimé, à partir de données de ventes répétées enrichies d'informations sur l'entretien, que la dépréciation nette d'entretien atteint de l'ordre de 2 % à 3 % par année aux États-Unis, ce qui n'est pas négligeable devant une variation de prix de 4 % ; les producteurs d'indices traitent ce problème en écartant les paires dont la variation est anormale plutôt qu'en modélisant la dépréciation. La seconde hypothèse est l'absence de sélection : les immeubles qui se revendent devraient être représentatifs du parc. Or ils ne le sont pas. Les reventes rapides sont souvent des opérations de rénovation-revente (en anglais *flips*) ou des ventes contraintes ; les immeubles qui se revendent souvent sont plus petits, plus récents, plus proches des centres que la moyenne ; et Clapp et Giaccotto (1992), en comparant un indice de ventes répétées à un indice fondé sur les valeurs au rôle sur un même territoire, ont montré que l'échantillon des reventes diffère systématiquement du parc et que l'écart entre les deux indices est en partie attribuable à cette sélection. Englund et al. (1998) ont documenté, sur des données suédoises exhaustives, à quel point le choix des filtres d'épuration des paires modifie l'indice.

Les réponses pratiques sont de trois ordres. On *filtre* : les paires dont l'intervalle est trop court, dont la variation de prix est extrême ou dont le type de propriété a changé sont écartées, ce que fait explicitement la méthodologie publiée de l'indice Teranet–Banque Nationale (section 35.5). On *pondère* : la variance croissante de l'équation (35.9) donne moins de poids aux longs intervalles. On *hybride* : Quigley (1995) a proposé un modèle qui combine, dans une même estimation par moindres carrés généralisés, les ventes uniques avec leurs caractéristiques et les ventes répétées sans elles, ce qui utilise toute l'information et atténue la sélection ; les modèles hybrides restent peu diffusés parce qu'ils exigent les deux types de données. Plus récemment, Contat et Larson (2024) ont proposé une construction fondée sur des agrégats de ventes répétées qui autorise des fréquences, des géographies et des filtres flexibles sans réestimer l'ensemble des paires.

35.4.4 La révision

Un indice de ventes répétées a une propriété déroutante pour l'utilisateur : ses valeurs passées changent à chaque publication. La raison est mécanique. Une vente conclue aujourd'hui est la seconde vente d'une paire dont la première a eu lieu il y a deux, cinq ou dix ans ; en l'ajoutant, on ajoute une ligne à $\mathbf{D}$ qui relie la période courante à une période ancienne, et la résolution de l'équation (35.8) redistribue l'information sur toute la chaîne des périodes intermédiaires. Les valeurs les plus révisées sont les plus récentes, parce que peu de paires les relient encore aux autres ; Silverstein (2014) a mesuré, pour les grands indices américains, des révisions de l'ordre du point de pourcentage sur les variations mensuelles récentes, de signe systématique lorsque les reventes rapides, surreprésentées dans les premières publications, diffèrent du reste du parc. Les indices hédoniques à indicatrices sont révisés eux aussi, par la réestimation des prix implicites ; les indices chaînés et l'IPLN de Statistique Canada ne le sont pas, par construction ou par convention. Pour l'évaluateur,

la révision a une conséquence précise : l'ajustement de conditions du marché fondé sur la dernière valeur publiée d'un indice de ventes répétées est fondé sur sa valeur la moins fiable, et le rapport doit indiquer la date de publication de l'indice utilisé, non seulement la période qu'il couvre.

35.4.5 L'indice SPAR

La méthode du **rapport prix sur valeur** (en anglais *sale price appraisal ratio*, SPAR) part d'une observation simple : au Québec comme dans la plupart des juridictions, chaque immeuble possède une valeur d'évaluation foncière A_i établie à une date de référence commune, et cette valeur est une estimation, bruitée mais sans biais systématique à l'échelle d'un secteur, de son prix à cette date. Le rapport P_{it}/A_i d'un immeuble vendu à la période t mesure alors la variation de son prix depuis la date de référence, à la qualité de l'évaluation près. Bourassa et al. (2006) ont formalisé l'indice, utilisé en Nouvelle-Zélande, aux Pays-Bas et ailleurs, sous la forme d'un rapport de rapports :

$$\hat{I}_t^{\text{SPAR}} = 100 \times \frac{\sum_{i \in t} P_{it} \Big/ \sum_{i \in t} A_i}{\sum_{i \in 0} P_{i0} \Big/ \sum_{i \in 0} A_i}, \tag{35.12}$$

la version géométrique remplaçant les rapports de sommes par l'exponentielle de la moyenne des logarithmes de P_{it}/A_i. L'indice utilise toutes les ventes, n'exige aucune caractéristique et n'est pas révisé ; sa précision tient à ce que la dispersion de $\ln(P/A)$, qui mesure l'uniformité du rôle, est en général plus faible que celle des résidus d'un modèle hédonique estimé sans les informations dont dispose l'évaluateur municipal. Ses conditions de validité sont celles du rôle : le ratio P/A ne doit pas dépendre des caractéristiques, faute de quoi la composition réapparaît par le biais vertical du rôle (le PRD et le PRB du chapitre 18), et la valeur A_i doit rester celle d'une même date de référence pour toutes les ventes de la série. Au dépôt d'un nouveau rôle, la série doit être rechaînée, puisque les A_i changent de date. Clapp et Giaccotto (1992) avaient déjà proposé d'utiliser les valeurs au rôle comme substitut des caractéristiques, ce qui est l'idée de la méthode, et l'exemple intégral la met en œuvre avec la valeur au rôle fictive du cas 1.

35.5 Les indices au Canada et au Québec

35.5.1 Quatre sources, quatre objets

Le chapitre 4 a présenté les sources de prix québécoises ; le tableau 35.2 les reprend sous l'angle de la méthode, en précisant pour chacune ce qu'un évaluateur peut et ne peut pas en tirer pour un ajustement de conditions du marché.

L'**indice Teranet–Banque Nationale** est le seul indice de prix de revente à qualité constante publié au Canada. Sa méthodologie publiée est explicitement celle des ventes répétées : l'indice « is estimated by tracking the observed or registered home prices over time », les immeubles vendus au moins deux fois forment des paires, et les paires affectées par des facteurs endogènes sont écartées, à savoir les ventes non sincères, les changements de type de propriété « for example after renovations », les erreurs de données et les rotations

Tableau 35.2. Indices et séries de prix résidentiels disponibles au Canada et au Québec : nature, méthode publiée, périmètre et limites pour l'ajustement de conditions du marché

Série	Nature et méthode	Périmètre, base, fréquence, révision	Limites pour l'évaluateur
Teranet–Banque Nationale (indice composite et par RMR)	Indice de ventes répétées : « properties with at least two sales » ; exclusion des ventes non sincères, des changements de type (rénovations), des erreurs de données et des rotations « biannual or higher » ; valeur de septembre 2026 : composite 294,94, Montréal 310,62, Québec 327,56	Onze RMR dont Montréal et Québec ; juin 2005 = 100 ; mensuel ; variation mensuelle désaisonnalisée ; révisé à mesure que des paires s'ajoutent	Toutes catégories confondues ; pas de Gatineau, Sherbrooke ni Trois-Rivières ; pas de ventilation infra-métropolitaine publique ; dernières valeurs révisables
Statistique Canada, IPLN (18-10-0205-01)	Indice de prix à qualité constante des maisons neuves des constructeurs : prix relevés « lorsque les spécifications détaillées de chaque maison demeurent les mêmes pendant deux périodes consécutives », ajustés des changements de qualité ; composantes maison et terrain	Canada, provinces, RMR dont Montréal, Québec, Ottawa-Gatineau (partie du Québec), Sherbrooke, Trois-Rivières ; déc. 2016 = 100 ; mensuel ; « n'est pas révisé et n'est pas désaisonnalisé »	Logements neufs seulement (maisons individuelles, jumelées, en rangée) ; prix demandés par les constructeurs ; ne mesure pas la revente
APCIQ, statistiques Centris	Prix médians et nombre de ventes conclues par courtier, par catégorie (unifamiliale, copropriété, plex) ; T3 2026 : unifamiliale 500 000 $ (province), 480 000 $ (RMR de Gatineau)	Province, RMR, secteurs ; mensuel et trimestriel ; date d'acceptation de la promesse ; non révisé	Médiane : biais de composition ; ventes par courtier seulement ; conditions d'utilisation de l'APCIQ
JLR (Equifax), rapport mensuel	Prix médians de toutes les ventes publiées au Registre foncier, après exclusions (ventes liées, reprises, moins de 5 000 $) ; seuil de 30 transactions ; douze mois à septembre 2026 : unifamiliale 483 000 $, plex 622 000 $	Province, RMR, régions administratives ; mensuel ; date de l'acte	Médiane ; date de l'acte postérieure à la promesse ; pas d'indice à qualité constante publié
Rôle d'évaluation foncière (MEFQ, partie 3A)	Taux de variation du marché mesurés par l'évaluateur municipal entre deux dates de référence, pour l'équilibration et les études de ratios	Chaque municipalité ; triennal ; non publié sous forme d'indice	Méthode interne ; disponible indirectement par les facteurs comparatifs et les proportions médianes (chapitre 9)

Source : King (2026) et page de méthodologie de Teranet–Banque Nationale (housepriceindex.ca, consultée le 31 octobre

fréquentes, « biannual or higher » (Teranet et Banque Nationale du Canada 2026)[1]. En septembre 2026, l'indice composite des onze régions métropolitaines s'établissait à 294,94 (juin 2005 = 100), en hausse de 0,1 % sur un mois en données désaisonnalisées, en baisse de 3,5 % sur un an et à 8,1 % sous son sommet d'avril 2022 ; celui de Montréal à 310,62, en hausse de 1,4 % sur un an, et celui de Québec à 327,56, en hausse de 7,7 % sur un an et à son sommet (King 2026). Pour l'évaluateur québécois, l'indice a trois limites : il ne couvre que Montréal et Québec, il agrège toutes les catégories de propriétés, et sa valeur la plus récente est, par construction, sujette à révision.

L'**Indice des prix des logements neufs** mesure autre chose. D'après la fiche de l'enquête, c'est « une série mensuelle qui mesure les variations au fil du temps des prix de vente des maisons résidentielles neuves établis par les entrepreneurs lorsque les spécifications détaillées de chaque maison demeurent les mêmes pendant deux périodes consécutives » ; lorsque les spécifications changent, les prix déclarés « sont ajustés afin de tenir compte des variations de la qualité, de sorte que l'IPLN mesure la variation "pure" des prix au fil du temps » ; l'indice « n'est pas révisé et n'est pas désaisonnalisé » (Statistique Canada 2026c)[2]. C'est donc un indice à qualité constante par appariement de modèles, proche dans l'esprit d'un indice hédonique dont les caractéristiques seraient tenues constantes par le constructeur lui-même, mais il porte sur les prix demandés pour des maisons neuves, non sur les prix de revente, et il ne couvre, au Québec, que cinq régions métropolitaines. La figure 35.1 en présente la variation sur douze mois : la hausse annuelle a culminé à 21,9 % à Montréal en septembre 2021 et à 14,3 % à Québec en mai 2021, contre 12,2 % pour le Canada en août 2021 et seulement 6,7 % à Gatineau en décembre 2020 ; en septembre 2026, elle n'était plus que de 1,2 % à Montréal, 1,9 % à Québec, 0,3 % à Gatineau, 1,2 % à Sherbrooke et 3,0 % à Trois-Rivières, et l'indice canadien reculait de 2,0 % (Statistique Canada 2026d). Pour un ajustement de conditions du marché sur une revente, l'IPLN est au mieux un indicateur de direction ; il ne doit pas servir de taux.

Les **médianes** de l'APCIQ et de JLR ne sont pas des indices, et leurs producteurs ne les présentent pas comme tels. Elles ont pourtant un avantage que les indices n'ont pas : une granularité géographique et par catégorie bien plus fine, qui permet de suivre le marché des unifamiliales du secteur de Hull ou des plex de Limoilou, là où Teranet–Banque Nationale ne publie qu'un chiffre par région métropolitaine. L'évaluateur qui s'en sert pour un ajustement de conditions du marché doit le faire en connaissance de cause : sur un trimestre ou deux, la variation d'une médiane de quelques centaines de ventes est dominée par la composition et par le bruit, comme la section 35.6 le montre ; sur un an ou plus, avec une catégorie homogène et un secteur stable, elle approche la variation à qualité constante. Les règles pratiques sont de ne jamais lire une variation de médiane sur moins de quatre trimestres, de préférer les douze mois glissants que JLR publie, et de la confronter à l'indice de ventes répétées lorsqu'il existe pour le territoire. Le chapitre 13 a fait le même constat sur les trois mesures disponibles pour la région de Québec au troisième trimestre de 2026, qui ne se contredisent pas mais ne mesurent pas la même chose.

1. Les citations sont reproduites dans la langue de la page, qui ne précise ni l'estimateur exact, ni les seuils numériques des filtres, ni la politique de révision ; la description complète est annoncée comme téléchargeable sans l'être depuis la page.

2. La fiche renvoie à la méthodologie détaillée de la Série analytique des prix (62F0014M), non consultée. Population cible : maisons individuelles, jumelées et en rangée neuves ; collecte sur dix jours à partir du 15 du mois ; base décembre 2016 = 100.

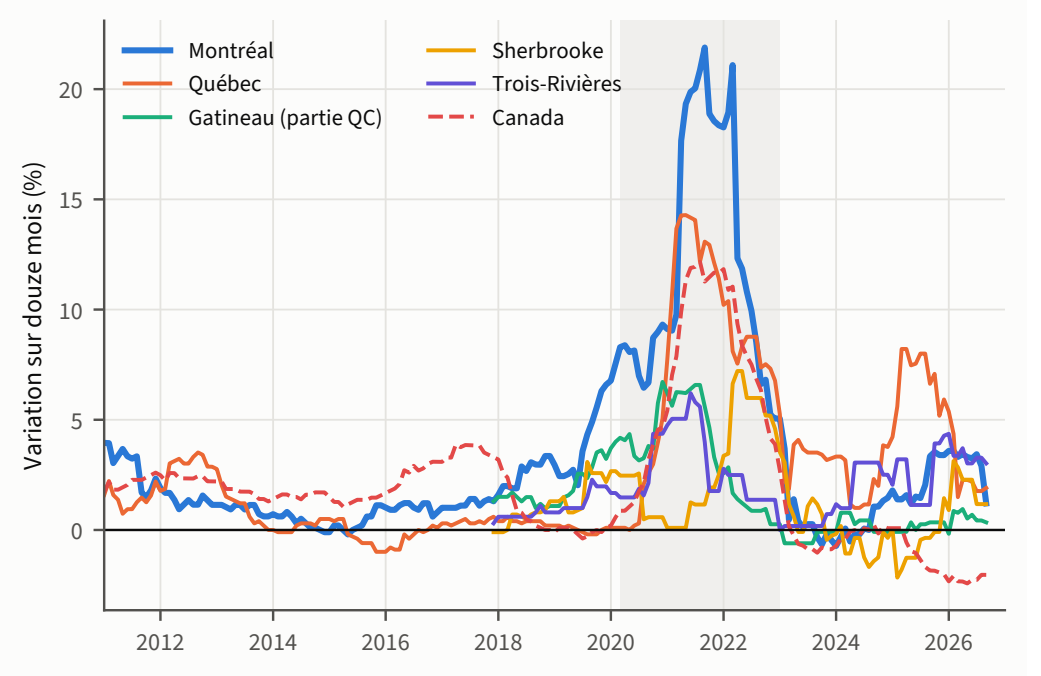


Figure 35.1. Indice des prix des logements neufs, variation sur douze mois (en pourcentage), janvier 2011 à septembre 2026, pour les cinq régions métropolitaines québécoises couvertes et pour le Canada. L'épisode pandémique (bande grisée) porte la hausse annuelle à 21,9 % à Montréal et à 14,3 % à Québec, alors que Gatineau ne dépasse pas 6,7 % ; en 2026, les hausses québécoises se sont ramenées entre 0,3 % et 3,0 % tandis que l'indice canadien recule. La divergence régionale interdit d'appliquer un indice national ou métropolitain à un marché local.

Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0205-01, total maison et terrain (vecteurs v111955484, v111955475, v111955487, v111955478, v111955481, v111955442), diffusé le 22 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026, licence ouverte ; fichier brut `data/raw/statcan_18100205/18100205.csv` ; script `analysis/python/figures/ch35_figures.py` ; calculs de l'auteur.

Les indices de prix et l'évaluation foncière

Le Manuel d'évaluation foncière du Québec consacre la partie 3A de son édition 2026 à la mesure des *taux de variation du marché*, c'est-à-dire des indices que l'évaluateur municipal construit lui-même pour ramener les prix de vente à la date de référence du rôle, pour l'équilibration (partie 3B) et pour les études de ratios (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 3 : Processus d'évaluation (3A Taux de variation du marché, 3B Équilibration, 3C Comparaison, 3D Revenu, 3E Coût, 3F Conciliation)* 2026). Le Règlement sur la proportion médiane du rôle d'évaluation foncière prévoit que les prix des ventes qui ne sont pas contemporaines de la date de référence sont rajustés aux conditions du marché à cette date avant le calcul des ratios (Québec 1993a, art. 11–12), ce qui suppose un indice par municipalité et par catégorie ; ces indices ne sont pas publiés, mais la proportion médiane et le facteur comparatif de chaque rôle (art. 264 de la Loi sur la fiscalité municipale) en sont la trace visible, comme le chapitre 9 l'a montré pour Gatineau. L'indice SPAR de la section 35.4 est, de ce point de vue, l'indice naturel du système québécois : il utilise les valeurs au rôle, publiques depuis l'ouverture des données du MAMH, comme dénominateur de chaque prix de vente, et il mesure la dérive du marché depuis la date de référence du rôle, qui est exactement ce que la proportion médiane résume en un seul chiffre. Sa validité dépend de l'uniformité du rôle, que les statistiques de ratio du chapitre 18 mesurent. Textes consultés sur LégisQuébec et Québec.ca le 31 octobre 2026.

35.6 Exemple intégral : cinq indices sur le marché du cas 1

Données synthétiques

Les 600 ventes du cas 1 (`data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv`, graine 20261031, lois dans `data/synthetic/README.md`) ont été engendrées avec une tendance de marché exponentielle de 4,43 % par année composée, soit $\beta = 0{,}003614$ par mois, et un bruit de transaction normal d'écart-type $\sigma = 0{,}085$; la vérité à retrouver est donc un indice lisse, et chaque écart des indices estimés à cette vérité est une erreur mesurable. Le jeu de *reventes* est lui aussi synthétique et construit dans le script du chapitre, `analysis/python/cases/ch35_indices.py` (fonction `generer_reventes`, même graine) : chaque vente observée est tenue pour la première vente d'une paire ; avec une probabilité de 0,60, une revente est simulée à un intervalle Δ tiré d'une loi déclarée (85 % de reventes ordinaires d'intervalle $6 + \text{Exp}(16)$ mois, 15 % de reventes rapides de 3 à 9 mois après rénovation, avec une prime de prix de $\mathcal{N}(0{,}12; 0{,}04^2)$ en logarithme) ; le logarithme du prix de revente vaut $\ln P_1 + \beta\Delta + \text{prime} + w + \varepsilon_2 - \varepsilon_1'$, où ε_1' et ε_2 sont deux bruits de transaction indépendants d'écart-type 0,085 et w une marche aléatoire idiosyncrasique de variance $\delta^2\Delta$ avec $\delta^2 = 0{,}0004$ par mois ; les reventes postérieures au 31 août 2026 sont écartées et les prix arrondis à 500 $. Ces paramètres sont des hypothèses pédagogiques, non des estimations sur des reventes réelles de Gatineau. L'indice SPAR utilise la valeur au rôle fictive du jeu (`valeur_role_2025`, engendrée comme 93 % de la valeur au 1er juillet 2024 avec un bruit d'écart-type 0,07).

Tous les chiffres de cette section et de la suivante sont imprimés par le script et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch35.py`.

Exemple 35.1 : Médiane, hédonique, ventes répétées et SPAR sur les quinze trimestres du cas 1

L'exemple découpe les 600 ventes en quinze trimestres, de 2023T1 à 2026T3, qui comptent de 22 à 51 ventes chacun, et construit six indices base 2023T1 = 100. La vérité de génération, évaluée au milieu de chaque trimestre, monte régulièrement jusqu'à 116,37 au troisième trimestre de 2026.

Étape 1 : la médiane et la moyenne. L'indice de la médiane des prix (tableau 35.4, figure 35.3) atteint 128,63 au dernier trimestre et culmine à 133,68 au quatrième trimestre de 2025 : il annonce une hausse de 28,6 % là où les prix à qualité constante ont monté de 16,4 %. Son écart absolu moyen à la vérité est de 10,97 points de pourcentage et son écart maximal de 19,06 % ; d'un trimestre à l'autre, il saute de 10 à 13 points dans un sens puis dans l'autre, comme entre 2024T4 (128,45) et 2025T1 (115,33), alors que la vérité progresse de 1,1 point. La moyenne géométrique fait un peu mieux (écart absolu moyen de 7,93 points), parce qu'elle est moins sensible au tirage des ventes extrêmes, mais elle souffre du même mal. La décomposition (35.2), calculée avec les prix implicites du modèle à indicatrices, identifie ce mal : l'effet de composition $(\bar{\mathbf{x}}_t - \bar{\mathbf{x}}_0)^\top \hat{\beta}$ vaut +0,076 en 2024T4, +0,089 en 2025T4 et +0,101 en 2026T1, c'est-à-dire que les maisons vendues au cours de ces trimestres valaient, à prix constants, de 8 à 11 % de plus que celles de 2023T1 ; la part des ventes du secteur d'Aylmer, le plus cher, passe de 25,6 % à 36,4 % entre le premier et le dernier trimestre. La corrélation entre le logarithme du rapport de l'indice de la médiane à l'indice hédonique et l'effet de composition est de 0,86 : la médiane s'écarte de l'indice à qualité constante précisément quand et parce que la composition change. Une fois l'effet de composition soustrait, la moyenne géométrique corrigée coïncide exactement avec l'indice hédonique, comme l'identité l'exige (cercles de la figure 35.3).

Étape 2 : l'indice hédonique. Le modèle de référence du chapitre 18, où la tendance linéaire est remplacée par quatorze indicatrices trimestrielles (29 paramètres, $\hat{\sigma} = 0{,}083$, R^2 ajusté de 0,849), donne l'indice à indicatrices de l'équation (35.4). Il s'établit à 122,04 au troisième trimestre de 2026, avec un intervalle de confiance à 95 % de [117,72 ; 126,52], soit une largeur de 7,5 % ; les erreurs-types des $\hat{\tau}_t$ vont de 0,015 à 0,020 selon le nombre de ventes du trimestre. Son écart absolu moyen à la vérité est de 2,81 points, son écart maximal de 5,03 % et ses variations trimestrielles ont un écart-type de 1,8 point, contre 1,1 point pour la vérité. Deux traits méritent attention. D'abord, l'indice est au-dessus de la vérité à *tous* les trimestres, de 1,5 à 5,7 points : le premier trimestre de 2023, qui sert de base, s'est trouvé tiré en dessous de la tendance par le bruit de ses 39 ventes, et cette erreur de base se transmet à toute la série, ce qui rappelle que la période de base d'un indice n'est pas un point fixe mais une estimation comme les autres. Ensuite, la dernière valeur est la moins précise (22 ventes), et c'est elle que l'ajustement de conditions du marché utilise, comme le chapitre 18 l'avait noté. L'indice chaîné de l'équation (35.5), qui libère les prix implicites d'un maillon à l'autre, finit à 121,69, très près de l'indice

direct, mais son écart absolu moyen est plus élevé (4,01 points) : sur un marché où les prix implicites sont en vérité constants, la liberté supplémentaire n'ajoute que du bruit, et la variance cumulée des maillons s'accroît avec la distance à la base. L'indice d'imputation géométrique de l'équation (35.6), calculé avec les coefficients communs du modèle à indicatrices, coïncide avec l'indice direct à 10^{-13} près pour Laspeyres, Paasche et Fisher, ce qui vérifie numériquement la proposition 35.1.

Étape 3 : le jeu de reventes. La simulation produit 220 paires de reventes (tableau 35.3), dont 47 reventes rapides rénovées. L'intervalle médian est de 10 mois, l'intervalle moyen de 12,8 mois, l'étendue de 3 à 38 mois, et 55,9 % des paires ont un intervalle inférieur à douze mois, une proportion élevée qui résulte de la fenêtre courte : une revente ne peut être observée que si elle survient avant la fin d'août 2026, ce qui favorise mécaniquement les intervalles courts et les premières ventes anciennes (89 des 220 premières ventes datent de 2023, 2 seulement de 2026). L'écart-type du logarithme des rapports de prix est de 0,144, à comparer à $\sqrt{2} \times 0{,}085 = 0{,}120$ pour le seul bruit de transaction : la marche aléatoire et les primes de rénovation ajoutent le reste. La variation moyenne en logarithme des reventes rénovées est de 0,096 contre 0,044 pour les autres, pour des intervalles plus courts : ce sont elles qui porteront le biais.

Étape 4 : BMN et Case–Shiller. La matrice $\mathbf{D}$ compte 220 lignes et 14 colonnes ; sa diagonale $\mathbf{D}^{\mathsf{T}}\mathbf{D}$ indique combien de paires touchent chaque trimestre, de 14 pour 2026T3 à 39 pour 2023T4, 2025T1 et 2025T2. L'estimateur de BMN donne un indice qui finit à 120,68, avec un intervalle de confiance de [109,78 ; 132,65], soit une largeur de 20,8 %, presque trois fois celle de l'indice hédonique : l'écart-type résiduel des paires, $\hat{\sigma}_\eta = 0{,}146$, est près du double de celui du modèle hédonique, et chaque trimestre n'est relié aux autres que par quelques dizaines de paires. Les erreurs-types des $\hat{\tau}_t$ vont de 0,035 à 0,048. L'écart absolu moyen à la vérité est de 3,02 points, l'écart maximal de 6,42 %, et les variations trimestrielles ont un écart-type de 3,1 points, trois fois celui de la vérité : l'indice fait des zigzags que le marché n'a pas faits, comme le recul de 113,42 à 108,35 entre 2025T2 et 2025T4, puis le bond à 122,43 en 2026T2. La deuxième étape de Case–Shiller illustre la mise en garde de la section 35.4 : la régression des carrés des résidus sur l'intervalle (figure 35.4) donne $\hat{a}_0 = 0{,}0208$ et $\hat{a}_1 = -0{,}00023$ par trimestre, une pente *négative*, alors que la loi de génération impose $2\sigma^2 = 0{,}01445$ et $\delta^2 = 0{,}0012$ par trimestre. Les 47 reventes rapides rénovées, concentrées aux intervalles de un à trois trimestres avec des variations anormalement grandes, tirent la variance des courts intervalles vers le haut et renversent la pente. Sans elles, la régression retrouve $\hat{a}_0 = 0{,}0157$ et $\hat{a}_1 = +0{,}00053$: l'ordonnée est proche de la théorie, la pente moitié moindre mais du bon signe, sur 173 paires. Avec les poids estimés sur toutes les paires, presque uniformes, l'indice Case–Shiller (120,48 au dernier trimestre, écart absolu moyen de 2,90 points) ne s'écarte jamais de plus de 0,5 point de celui de BMN ; avec les poids théoriques, une paire de douze trimestres pèserait 0,74 fois une paire d'un trimestre (tableau 35.6).

Étape 5 : SPAR. Le rapport du prix de vente à la valeur au rôle fictive a un écart-type logarithmique de 0,087 sur les 600 ventes et une médiane de 1,095, ce qui reflète un rôle établi à 93 % de la valeur au 1er juillet 2024 et des prix qui ont continué de monter ensuite. L'indice SPAR géométrique de l'équation (35.12) finit à 115,06 et la version arithmétique à 114,36, pour une vérité de 116,37 ; l'écart absolu moyen est de 1,26 point,

le plus faible des six indices, et la largeur de l'intervalle de 8,2 %. Ce résultat est à lire avec précaution : la valeur au rôle du jeu a été engendrée comme une estimation *sans biais vertical* de la valeur vraie, avec une dispersion de 7 %, c'est-à-dire comme un rôle idéalement uniforme ; elle contient en quelque sorte l'information d'un modèle hédonique parfait. Sur un rôle réel, dont le COD est de 6 à 15 et dont le PRB n'est pas nul, l'indice SPAR hériterait de ces défauts. L'exemple montre néanmoins pourquoi la méthode est séduisante partout où un rôle uniforme existe : elle utilise toutes les ventes, n'a besoin d'aucune caractéristique et converge vite.

Étape 6 : comparaison. Le tableau 35.4 aligne les six indices par trimestre et le tableau 35.5 résume leur précision ; la figure 35.2 les superpose à la vérité. Trois enseignements. La médiane est hors concours : son erreur est de trois à dix fois celle des indices à qualité constante, et son biais est systématique. L'indice hédonique et les indices de ventes répétées ont des erreurs moyennes comparables, de 2,8 à 3,0 points, mais de nature différente : l'hédonique est biaisé par sa base et lisse, les ventes répétées sont centrés mais bruités, avec un intervalle de confiance trois fois plus large parce qu'ils n'exploitent que 220 paires au lieu de 600 ventes. Enfin, la croissance totale mesurée va de 15,1 % (SPAR) à 22,0 % (hédonique) pour une vérité de 16,4 %, et de 28,6 % pour la médiane : sur un marché synthétique parfaitement régulier, avec quelques dizaines de ventes par trimestre, l'incertitude sur la variation des prix en trois ans et demi est de l'ordre de cinq points, soit un tiers de la variation elle-même.

Étape 7 : l'ajustement de conditions du marché de G0404. Le comparable G0404 du chapitre 16 s'est vendu 506 500 $ le 27 mai 2025 (trimestre 2025T2), 15,2 mois avant la date d'évaluation du 1er septembre 2026 (trimestre 2026T3). Le tableau 35.7 calcule l'ajustement $P\,(I_{2026\mathrm{T3}}/I_{2025\mathrm{T2}} - 1)$ selon l'indice retenu. La vérité de génération donne 28 558 $; la tendance linéaire du modèle de référence, 28 733 $; l'indice hédonique à indicatrices, 44 760 $, parce que son dernier trimestre est 5 % au-dessus de la tendance ; l'indice chaîné, 30 987 $; BMN et Case–Shiller, 32 406 $ et 32 359 $; le SPAR, 26 575 $; et la médiane, 44 009 $. L'étendue, de 26 575 $ à 44 760 $, représente de 5,2 % à 8,8 % du prix du comparable : pour un ajustement que la grille du chapitre 17 traite en une ligne, l'incertitude liée au seul choix de l'indice est du même ordre que celle des ajustements de propriété mesurée au chapitre 18. Le chapitre 20 intègre cette incertitude dans la fourchette finale.

35.7 Sensibilité : révision, filtres, taille et fenêtre

Quatre décisions gouvernent un indice de ventes répétées ou hédonique : la date de publication, les filtres appliqués aux paires, le nombre d'observations et la fenêtre d'estimation. Le tableau 35.8 et la figure 35.5 mesurent leur effet sur le cas 1.

La *révision* est la plus spectaculaire. L'indice BMN du deuxième trimestre de 2025 valait 116,39 avec les 110 paires connues à la fin de ce trimestre ; il est passé à 114,69 six mois plus tard, puis à 113,42 avec les 220 paires d'août 2026, soit une révision cumulée de près de trois points. Celui du quatrième trimestre de 2024 a été révisé de 4,5 points à la baisse. Les premières publications sont tirées vers le haut parce que les paires disponibles à une date donnée sont, par construction, celles dont l'intervalle est court, où les reventes rénovées

Tableau 35.3. Jeu de reventes synthétique dérivé des 600 ventes du cas 1 : caractéristiques des 220 paires

Ensemble	Paires	Rénovées	Intervalle médian (mois)	Intervalle moyen (mois)	Moyenne $\ln(P_2/P_1)$	Écart-type $\ln(P_2/P_1)$
Toutes les paires	220	47	10,0	12,8	0,054 7	0,144 1
Reventes ordinaires	173	0	—	—	0,043 6	0,141 6
Reventes rapides rénovées (3–9 mois)	47	47	—	—	0,095 7	0,147 6
Intervalle d'au moins 12 mois	97	0	—	—	—	—
Intervalle d'au moins 18 mois	45	0	—	—	—	—

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch35_indices.py`, fonction `generer_reventes`, graine 20261031. Première vente par année : 2023 : 89 ; 2024 : 77 ; 2025 : 52 ; 2026 : 2. Seconde vente par année : 2023 : 16 ; 2024 : 51 ; 2025 : 91 ; 2026 : 62. Intervalles de 3 à 38 mois ; 55,9 % des paires ont un intervalle inférieur à 12 mois.

Tableau 35.4. Six indices de prix du cas 1 par trimestre, base 2023T1 = 100, et vérité de génération (données synthétiques)

Trim.	n	Vérité	Médiane	Hédon.	IC 95 % hédon.	Chaîné	BMN	IC 95 % BMN	Case–Shiller	SPAR
2023T1	39	100,00	100,00	100,00	[100.00 ; 100.00]	100,00	100,00	[100.00 ; 100.00]	100,00	100,00
2023T2	39	101,06	112,19	106,15	[102.81 ; 109.59]	105,74	103,11	[94.63 ; 112.36]	102,93	99,79
2023T3	42	102,17	108,87	105,25	[101.91 ; 108.70]	105,22	107,03	[99.81 ; 114.77]	106,83	102,63
2023T4	40	103,29	111,33	106,44	[103.13 ; 109.87]	107,85	109,92	[102.52 ; 117.86]	109,83	102,71
2024T1	50	104,43	111,21	106,54	[103.12 ; 110.08]	108,10	107,86	[100.70 ; 115.54]	107,58	102,90
2024T2	44	105,55	116,13	107,13	[103.56 ; 110.82]	108,92	106,38	[98.99 ; 114.32]	106,21	103,64
2024T3	51	106,71	117,86	110,45	[107.10 ; 113.90]	112,80	106,25	[98.62 ; 114.47]	106,07	102,62
2024T4	39	107,88	128,45	112,24	[108.90 ; 115.69]	115,07	109,99	[102.23 ; 118.33]	109,79	108,08
2025T1	32	109,07	115,33	110,79	[107.14 ; 114.57]	112,36	111,15	[103.21 ; 119.71]	110,90	108,24
2025T2	43	110,23	118,35	112,13	[108.56 ; 115.82]	114,68	113,42	[105.92 ; 121.46]	113,25	109,32
2025T3	50	111,44	122,35	112,90	[109.44 ; 116.46]	114,92	114,05	[106.28 ; 122.39]	113,85	111,79
2025T4	30	112,66	133,68	115,46	[111.14 ; 119.95]	116,95	108,35	[100.79 ; 116.48]	108,07	112,10
2026T1	33	113,90	130,91	116,90	[112.99 ; 120.95]	118,26	115,70	[107.41 ; 124.64]	115,49	112,48
2026T2	46	115,11	132,57	118,00	[114.07 ; 122.07]	118,15	122,43	[112.34 ; 133.43]	122,26	111,26
2026T3	22	116,37	128,63	122,04	[117.72 ; 126.52]	121,69	120,68	[109.78 ; 132.65]	120,48	115,06

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch35_indices.py`. Hédonique : modèle de référence avec indicatrices trimestrielles (HC1) ; chaîné : périodes adjacentes ; BMN et Case–Shiller : 220 paires de reventes synthétiques ; SPAR : version géométrique sur la valeur au rôle fictive. Vérité : $100 \exp(\beta\,(m_t - m_0))$ au milieu du trimestre, $\beta = 0{,}003614$ par mois.

Tableau 35.5. Précision des indices par rapport à la vérité de génération, 2023T1–2026T3 (données synthétiques)

Indice	Hausse totale (%)	Écart final (%)	EAM (pts)	RMSE (pts)	Écart max (%)	É.-t. var. trim. (pts)	Largeur IC finale (%)
Médiane des prix	28,63	10,54	10,97	11,76	19,06	5,50	—
Moyenne géométrique	27,78	9,81	7,93	8,54	13,49	4,02	—
Hédonique, indicatrices trim.	22,04	4,87	2,81	3,04	5,03	1,77	7,47
Hédonique chaîné	21,69	4,57	4,01	4,15	6,66	1,88	—
Ventes répétées, BMN	20,68	3,70	3,02	3,51	6,42	3,07	20,83
Ventes répétées, Case–Shiller	20,48	3,53	2,90	3,40	6,33	3,10	20,62
SPAR géométrique	15,06	−1,13	1,26	1,64	3,83	1,71	8,18
SPAR arithmétique	14,36	−1,73	1,46	1,90	4,43	1,80	—
Vérité de génération	16,37	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09	—

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch35_indices.py`. EAM : écart absolu moyen à la vérité sur les quatorze trimestres hors base, en points d'indice ; écart max : plus grand écart relatif ; largeur de l'intervalle de confiance à 95 % du dernier trimestre en pourcentage de sa borne inférieure.

Tableau 35.6. Deuxième étape de Case–Shiller : variance des résidus BMN selon l'intervalle et poids relatifs (données synthétiques)

Ensemble de paires	$\hat{a}_0$ ($\approx 2\sigma^2$)	$\hat{a}_1$ ($\approx \delta^2$/trim.)	Poids relatif 4 trim.	Poids relatif 8 trim.	Poids relatif 12 trim.
Toutes les paires (220)	0,020 79	−0,000 23	1,007	1,027	1,050
Sans les reventes rénovées (173)	0,015 74	0,000 53	0,955	0,903	0,859
Loi de génération	0,014 45	0,001 20	0,902	0,807	0,737

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch35_indices.py`. Poids relatif : $\sqrt{(\hat{a}_0 + \hat{a}_1)/(\hat{a}_0 + \hat{a}_1 \Delta)}$, rapporté à une paire d'un trimestre.

Tableau 35.7. Ajustement de conditions du marché du comparable G0404 (vendu 506 500 $ en 2025T2, évalué en 2026T3, 15,2 mois) selon l'indice retenu (données synthétiques)

Indice	$I_{2025\text{T2}}$	$I_{2026\text{T3}}$	Variation (%)	Ajustement ($)
Vérité de génération (4,43 %/an, 15,2 mois)	—	—	5,64	28 558
Tendance du modèle de référence (0,364 %/mois)	—	—	5,67	28 733
Hédonique, indicatrices trimestrielles	112,13	122,04	8,84	44 760
Hédonique chaîné	114,68	121,69	6,12	30 987
Ventes répétées, BMN	113,42	120,68	6,40	32 406
Ventes répétées, Case–Shiller	113,25	120,48	6,39	32 359
SPAR géométrique	109,32	115,06	5,25	26 575
Médiane des prix	118,35	128,63	8,69	44 009

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch35_indices.py`, fonction `ajustement_comparable`. Ajustement $= P\,(I_{2026\text{T3}}/I_{2025\text{T2}} - 1)$; pour la tendance, $P\,[\exp(\hat{\beta}_{\text{mois}} \times 15{,}2) - 1]$.

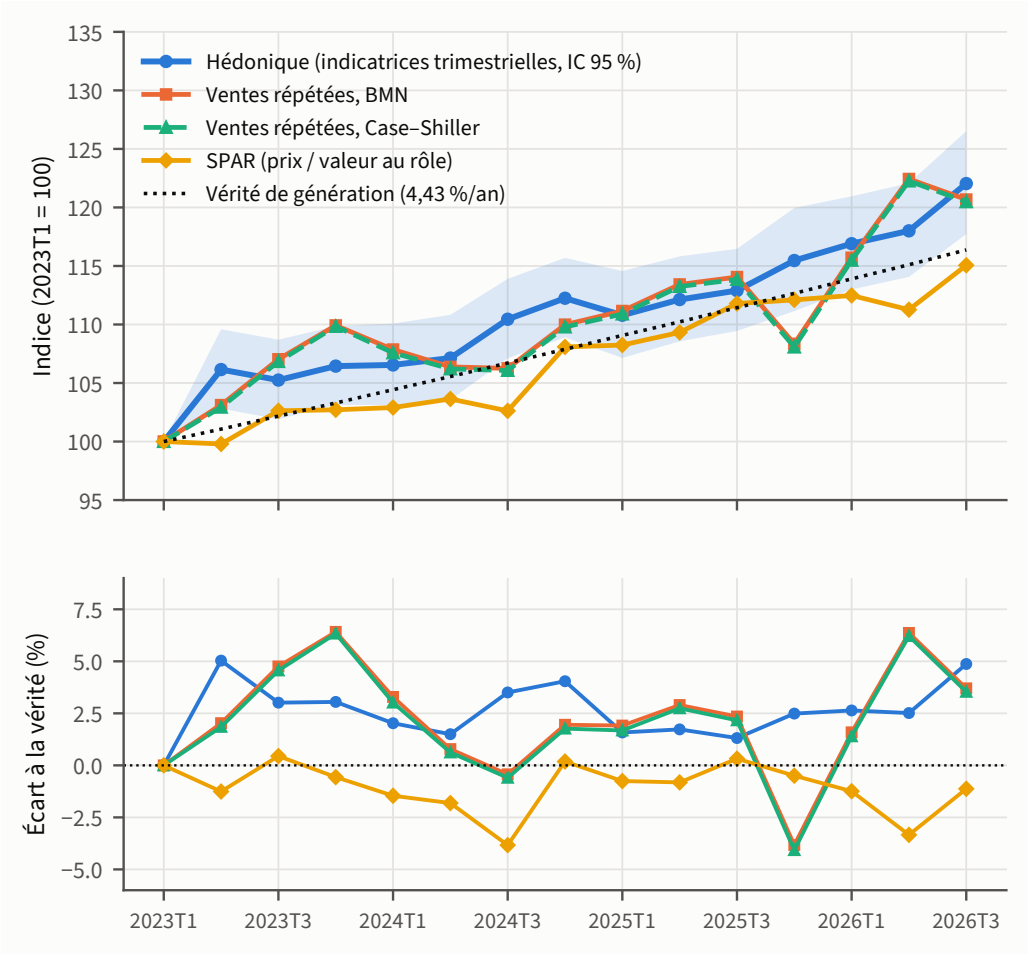


FIGURE 35.2. Quatre indices à qualité constante du cas 1 et la vérité de génération (haut), et leur écart à la vérité en pourcentage (bas). L'indice hédonique est lisse mais décalé vers le haut par le bruit de sa période de base ; les indices de ventes répétées sont centrés mais oscillent de trimestre en trimestre, avec un intervalle de confiance (non tracé) trois fois plus large ; le SPAR, qui profite d'un rôle fictif idéalement uniforme, est le plus proche de la vérité.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch35_figures.py`, graine 20261031.

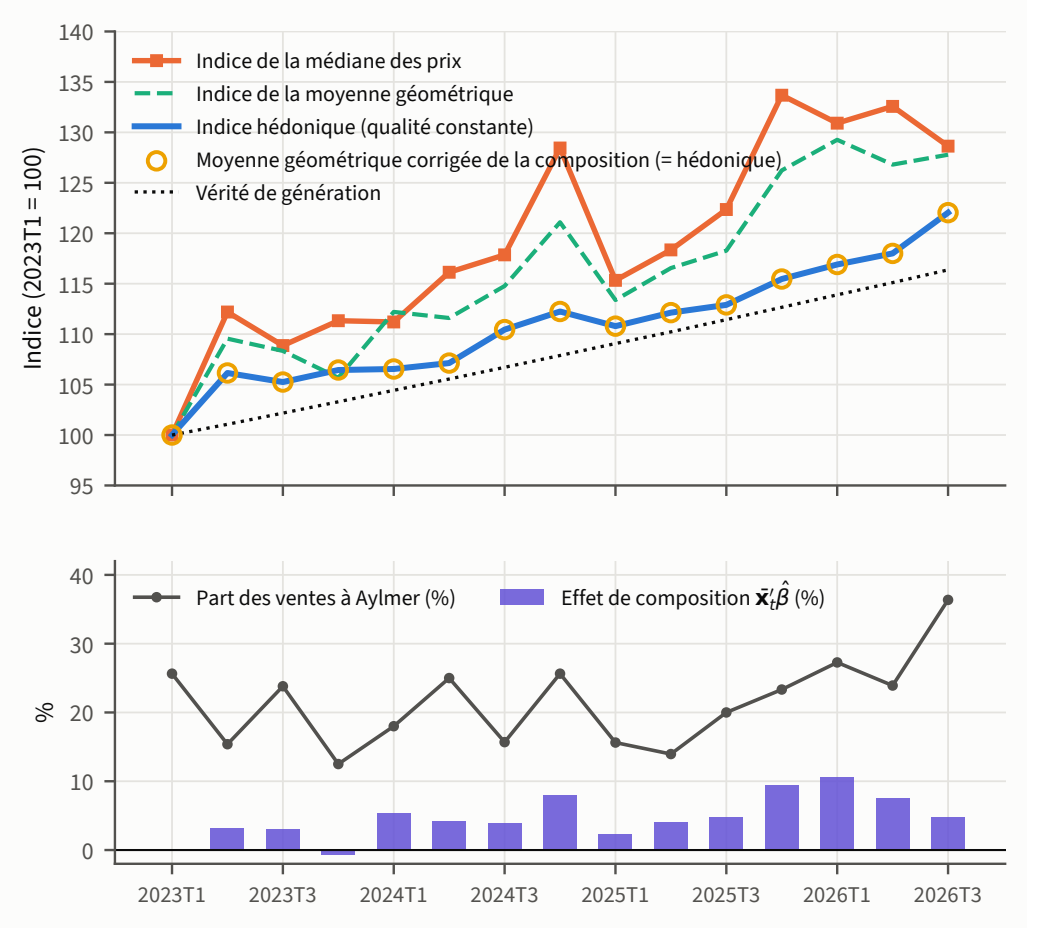


Figure 35.3. Le biais de composition de la médiane. En haut, l'indice de la médiane et celui de la moyenne géométrique des prix s'écartent de l'indice hédonique de 5 à 20 points ; la moyenne géométrique corrigée de l'effet de composition (cercles) coïncide exactement avec l'indice hédonique, comme l'impose l'identité (35.2). En bas, l'effet de composition $(\bar{\mathbf{x}}_t - \bar{\mathbf{x}}_0)^\top \hat{\beta}$ et la part des ventes du secteur d'Aylmer : les trimestres où la médiane s'emballe sont ceux où les maisons vendues valaient, à prix constants, 8 à 11 % de plus que celles du trimestre de base.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch35_figures.py`, graine 20261031.

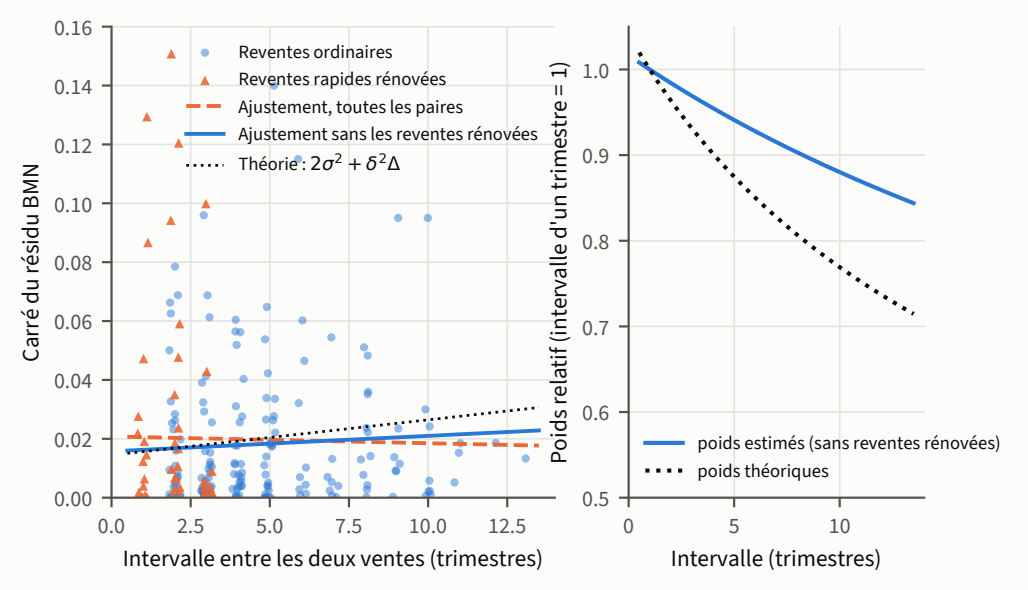


FIGURE 35.4. À gauche, le carré des résidus de l'estimateur BMN selon l'intervalle entre les deux ventes, les reventes rapides rénovées étant distinguées ; la droite ajustée sur toutes les paires a une pente négative, celle ajustée sans les reventes rénovées retrouve le signe de la loi de génération $2\sigma^2 + \delta^2\Delta$. À droite, les poids relatifs de Case–Shiller qui en découlent : une paire de douze trimestres pèse 0,86 (estimé) ou 0,74 (théorique) fois une paire d'un trimestre.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch35_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 35.8. Sensibilité des indices du cas 1 au millésime, au filtre des reventes rapides, à la taille de l'échantillon et à la fenêtre d'estimation (données synthétiques)

Variante	Paires ou ventes	Valeur ou hausse	EAM (pts)	Note
Révision de l'indice BMN de 2025T2 selon le millésime de publication				
Publié en 2025T2	110	116,39	—	—
Publié en 2025T4	158	114,69	—	−1,70
Publié en 2026T3	220	113,42	—	−2,97
Indice de 2024T4 : 114,45 publié en 2025T2 ; publié en 2026T3	220	109,99	—	−4,46
Filtre des reventes rapides (hausse totale BMN en % ; vérité 16,37)				
Toutes les paires	220	20,68	3,02	—
Intervalle d'au moins 12 mois	97	17,98	2,76	—
Intervalle d'au moins 18 mois	45	19,41	6,56	—
Sans les reventes rénovées (oracle, inobservable en pratique)	173	18,39	2,01	—
Taille de l'échantillon de paires (BMN ; 200 sous-échantillons aléatoires)				
Toutes les paires	220	—	3,02	—
Moitié des paires	110	—	4,26	4,77
Quart des paires	55	—	6,46	8,96
Fenêtre d'estimation de l'indice hédonique (rechaîné sur 2024T4)				
Fenêtre complète (15 trimestres)	600	122,04	—	—
Huit derniers trimestres	295	122,38	—	0,37

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch35_indices.py`, fonction `sensibilite`. Note : révision en points d'indice pour le premier bloc ; écart-type de la valeur finale de l'indice entre sous-échantillons (points) pour le troisième ; écart relatif maximal (%) entre les deux fenêtres pour le quatrième.

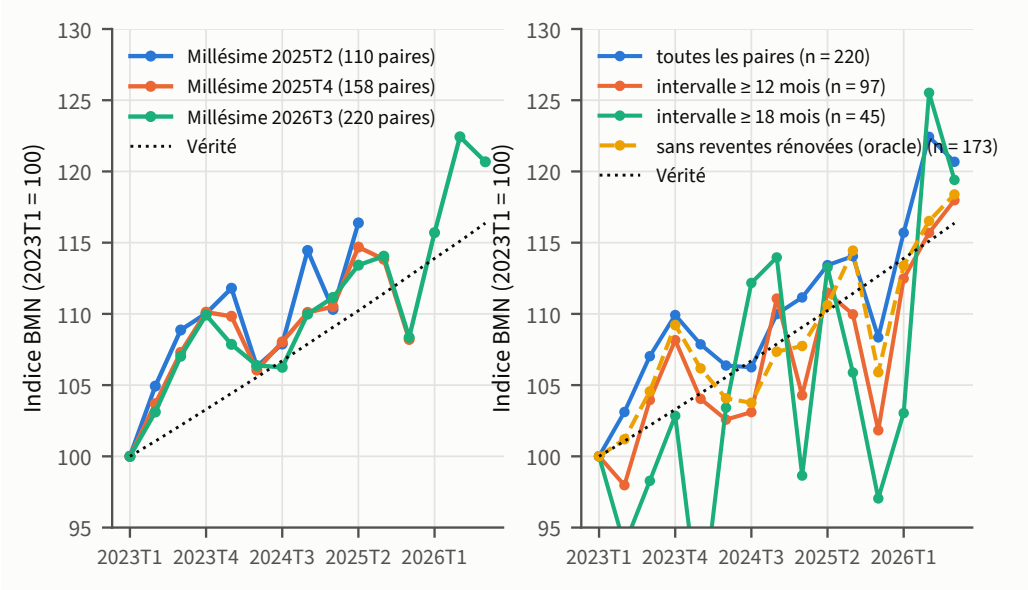


Figure 35.5. À gauche, l'indice BMN du cas 1 tel qu'il aurait été publié en 2025T2, en 2025T4 et en 2026T3 : chaque millésime révise les valeurs antérieures, de près de trois points pour 2025T2 et de 4,5 points pour 2024T4, parce que les paires nouvelles relient les trimestres récents aux anciens. À droite, l'effet du filtre des reventes rapides : écarter les intervalles inférieurs à douze mois élimine les reventes rénovées et rapproche la hausse totale de la vérité, mais un filtre à dix-huit mois ne laisse que 45 paires et l'indice devient erratique.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch35_figures.py`, graine 20261031.

sont surreprésentées ; à mesure que des reventes ordinaires d'intervalle plus long s'ajoutent, l'indice redescend. C'est exactement le mécanisme que Silverstein (2014) a documenté sur les indices américains, et il implique qu'un ajustement de conditions du marché calculé avec la dernière valeur publiée doit être documenté avec sa date de publication.

Le *filtre des reventes rapides* est un arbitrage entre biais et variance. Sur toutes les paires, la hausse totale mesurée par BMN est de 20,7 %, soit 4,3 points de trop, dont 2,3 points sont imputables aux reventes rénovées, puisque l'indice calculé sans elles, ce qu'un producteur ne peut pas faire faute de connaître les rénovations, donne 18,4 %. Écarter les paires d'intervalle inférieur à douze mois, filtre que le producteur peut appliquer, élimine ici toutes les reventes rénovées et ramène la hausse à 18,0 % et l'écart absolu moyen de 3,02 à 2,76 points, au prix de la perte de 123 paires. Un filtre à dix-huit mois ne laisse que 45 paires : la variance l'emporte, l'écart absolu moyen monte à 6,56 points et l'indice devient inutilisable. La leçon est que le seuil du filtre doit être proportionné à la taille de l'échantillon, et que les producteurs qui disposent de centaines de milliers de paires peuvent se permettre des filtres stricts que l'évaluateur qui construit un indice local ne peut pas s'offrir. La *taille de l'échantillon* confirme le résultat de Goetzmann (1992) : avec la moitié des paires, l'écart absolu moyen passe de 3,0 à 4,3 points et la valeur finale de l'indice varie, d'un sous-échantillon à l'autre, avec un écart-type de 4,8 points ; avec le quart, l'écart absolu moyen est de 6,5 points et l'écart-type de 9,0 points, c'est-à-dire que deux analystes disposant chacun de 55 paires du même marché pourraient conclure à des hausses de 10 % et de 28 % sur la même période. Enfin, la *fenêtre d'estimation* de l'indice hédonique compte peu sur ce marché : estimé sur les huit derniers

trimestres seulement (295 ventes) et rechaîné, l'indice ne s'écarte jamais de plus de 0,37 % de celui de la fenêtre complète, parce que les prix implicites sont en vérité constants ; sur un marché réel où ils dérivent, la fenêtre courte est le prix à payer pour que les indicatrices temporelles ne capturent pas, en plus du marché, le changement des prix implicites.

En pratique

Un ajustement de conditions du marché défendable nomme l'indice (producteur, série, territoire, catégorie), sa méthode (médiane, hédonique, ventes répétées, SPAR), sa base, les périodes comparées, la date de publication du millésime utilisé et, lorsqu'il est disponible, son intervalle de confiance ; il indique si la date de la vente comparable est celle de la promesse ou de l'acte, et il compare le taux retenu à au moins une autre source. Lorsque l'évaluateur construit son propre indice sur les ventes du secteur, le dossier contient le script, les filtres et le nombre d'observations par période, et le rapport déclare la précision obtenue ; un indice trimestriel estimé sur vingt ventes a une incertitude de plusieurs points, et il est souvent préférable de lui substituer une tendance lissée, comme le chapitre 18 l'a fait, en le disant.

Erreurs fréquentes

- *Lire une variation de médiane comme une variation de prix.* Sur le cas 1, la médiane annonce 28,6 % de hausse pour 16,4 % de hausse réelle, et ses sauts trimestriels de 10 à 13 points ne correspondent à aucun mouvement du marché.
- *Appliquer l'indice d'un autre territoire ou d'un autre segment.* L'IPLN montre des hausses annuelles de 21,9 % à Montréal et de 6,7 % à Gatineau au même moment ; l'indice Teranet–Banque Nationale ne couvre ni Gatineau ni les secteurs d'une région métropolitaine.
- *Utiliser l'IPLN comme indice de revente.* Il mesure les prix demandés par les constructeurs pour des maisons neuves à spécifications constantes ; sa direction informe, son taux ne s'applique pas à une revente.
- *Oublier que la dernière valeur d'un indice est la moins précise et la plus révisée.* L'indice BMN de 2025T2 a été révisé de trois points en quinze mois ; l'indice hédonique du dernier trimestre repose sur 22 ventes.
- *Appliquer un indice de ventes répétées sans considérer l'âge.* L'indice mesure la variation du prix d'un immeuble qui vieillit ; l'ajustement d'âge ou d'état du comparable est distinct.
- *Filtrer les reventes rapides sans regarder ce qui reste.* Un filtre à dix-huit mois a divisé l'échantillon par cinq et doublé l'erreur.
- *Lire l'indice hédonique comme la vérité.* Sa période de base est une estimation ; sur le cas 1, un bruit négatif en 2023T1 a décalé toute la série de deux à cinq points vers le haut.
- *Construire un indice SPAR avec des valeurs au rôle de dates de référence différentes*, ou sans vérifier l'uniformité du rôle par les statistiques de ratio.

Limites et mises en garde

- Les 600 ventes et les 220 reventes du cas 1 sont synthétiques ; la tendance vraie est une exponentielle régulière, les prix implicites sont constants, les bruits sont normaux et homoscédastiques, et la part des reventes rénovées, leur prime et la variance de la marche aléatoire sont des hypothèses déclarées. Les erreurs mesurées ici sont celles de l'échantillonnage sur un marché idéal ; sur un marché réel, les erreurs de spécification, la dépréciation, les changements de prix implicites et les données erronées s'y ajoutent.
- La valeur au rôle fictive a été engendrée sans biais vertical et avec une dispersion de 7 % ; la précision remarquable du SPAR dans l'exemple ne doit pas être extrapolée à un rôle réel, dont l'uniformité doit être mesurée au préalable.
- La méthodologie publiée de l'indice Teranet–Banque Nationale, consultée le 31 octobre 2026, décrit les principes et les exclusions sans donner l'estimateur exact, les seuils numériques des filtres ni la politique de révision ; la description complète annoncée comme téléchargeable n'a pas pu être consultée. Les conditions d'utilisation des données C11 n'ont pas été lues.
- La méthodologie de l'IPLN est tirée de la fiche de l'enquête 2310 de Statistique Canada ; le document méthodologique détaillé de la Série analytique des prix (62F0014M) n'a pas été consulté.
- Les ordres de grandeur de la dépréciation nette cités d'après Harding et al. (2007) portent sur des marchés américains et ne sont pas transposables tels quels au Québec.
- La méthodologie publiée de l'indice S&P CoreLogic Case–Shiller n'a pas pu être consultée (accès refusé le 31 octobre 2026) ; le chapitre ne cite donc pas ses filtres numériques et s'en tient aux articles de Case et Shiller (1987) et Case et Shiller (1989).
- Les modèles hybrides et les estimateurs bayésiens de ventes répétées sont mentionnés sans être mis en œuvre ; le chapitre 39 traite du rétrécissement bayésien dans un cadre plus général.

À retenir

- Un indice de prix immobiliers mesure la variation du prix d'un logement de caractéristiques constantes, $I_t = 100\ \mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, t] / \mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, 0]$; la médiane et la moyenne des prix observés confondent cette variation avec l'effet de composition, que l'équation (35.2) isole exactement.
- L'indice hédonique à indicatrices temporelles, $100 \exp(\hat{\tau}_t)$, utilise toutes les ventes et suppose des prix implicites constants sur la fenêtre ; le chaînage les libère au prix d'une variance cumulée ; l'imputation géométrique (Laspeyres, Paasche, Fisher) coïncide avec les indicatrices lorsque les coefficients sont communs.
- L'estimateur de ventes répétées de Bailey, Muth et Nourse régresse $\ln(P_{j2}/P_{j1})$ sur une matrice de -1 et de $+1$; il est sans biais si la qualité est constante et les reventes non sélectionnées, et il n'utilise que les immeubles vendus deux fois. Case et Shiller le pondèrent par l'inverse de la racine d'une variance qui croît avec l'intervalle, $2\sigma^2 + \delta^2 \Delta$.

- Les indices de ventes répétées sont exposés à la rénovation, à la dépréciation et à la sélection des reventes rapides ; ils sont révisés à chaque publication, et leurs dernières valeurs sont les moins fiables. Le filtre des reventes rapides arbitre entre biais et variance.
- L'indice SPAR rapporte chaque prix à la valeur au rôle de l'immeuble ; il est précis quand le rôle est uniforme et s'accorde naturellement au système québécois d'évaluation foncière.
- Au Canada, l'indice Teranet–Banque Nationale est le seul indice de revente à qualité constante (ventes répétées, onze régions métropolitaines dont Montréal et Québec) ; l'IPLN mesure les prix des maisons neuves à spécifications constantes et n'est pas révisé ; les médianes de l'APCIQ et de JLR sont des médianes, précieuses par leur granularité, trompeuses sur un trimestre.
- Sur le cas 1, les indices à qualité constante ont des erreurs moyennes de 1,3 à 3 points, la médiane de 11 points ; l'ajustement de conditions du marché d'un même comparable varie de 26 575 $ à 44 760 $ selon l'indice retenu, soit de 5,2 % à 8,8 % de son prix : le choix de l'indice est une décision à documenter, non une formalité.

Exercices

Exercice 35.1 — Médiane et effet de composition ★

Dans un secteur, le prix médian des unifamiliales passe de 450 000 $ à 480 000 $ en un an, tandis que la superficie habitable médiane des maisons vendues passe de 140 m² à 150 m². Avec une élasticité du prix à la superficie de 0,539 (chapitre 18), calculez la variation de la médiane, l'effet de composition attribuable à la superficie et la variation « pure » des prix qui en résulte. Quelles autres caractéristiques faudrait-il connaître pour compléter la correction ?

Exercice 35.2 — Lire un indice à indicatrices temporelles ★

Un modèle semi-logarithmique estimé sur quatre trimestres donne $\hat{\tau}_1 = 0{,}031$, $\hat{\tau}_2 = 0{,}058$ et $\hat{\tau}_3 = 0{,}102$ (2023T1 en référence), avec une erreur-type de 0,021 pour $\hat{\tau}_3$. Calculez l'indice de chaque trimestre par l'équation (35.4), la variation de prix entre le deuxième et le troisième trimestre et l'intervalle de confiance à 95 % de l'indice du troisième trimestre. Pourquoi la variation entre deux trimestres non consécutifs se lit-elle directement sur la différence des $\hat{\tau}$?

Exercice 35.3 — L'estimateur BMN à la main ★★

Quatre immeubles se sont vendus deux fois sur trois périodes (0, 1, 2) : A, 430 000 $ en 0 et 462 000 $ en 1 ; B, 470 000 $ en 1 et 512 000 $ en 2 ; C, 495 000 $ en 0 et 540 000 $ en 2 ; D, 436 000 $ en 0 et 455 000 $ en 1. Écrivez le vecteur $\mathbf{y}$ et la matrice $\mathbf{D}$ de

l'équation (35.7), calculez $\mathbf{D}^{\mathsf{T}}\mathbf{D}$ et $\mathbf{D}^{\mathsf{T}}\mathbf{y}$, résolvez l'équation (35.8) et donnez l'indice des périodes 1 et 2. Vérifiez que les résidus sont orthogonaux aux colonnes de $\mathbf{D}$. Que se passerait-il si la paire B n'existait pas ?

Exercice 35.4 — Variance et poids de Case–Shiller ★★

La deuxième étape de Case–Shiller donne $\hat{a}_0 = 0{,}0145$ et $\hat{a}_1 = 0{,}0012$ par trimestre. Calculez la variance et l'écart-type (en pourcentage) de $\ln(P_2/P_1)$ pour des intervalles de 1, 4, 8 et 12 trimestres, les poids $\hat{w}_j$ de l'équation (35.10) et les poids relatifs à une paire d'un trimestre. Déduisez-en les estimations de σ et de δ. Comment la pente changerait-elle si l'échantillon contenait de nombreuses reventes rénovées à court intervalle ?

Exercice 35.5 — Un indice SPAR sur dix ventes ★★

Dix ventes d'un trimestre (prix en milliers de dollars : 512 ; 468,5 ; 601 ; 445 ; 530 ; 487,5 ; 575 ; 455 ; 498 ; 522) ont des valeurs au rôle de 470 ; 452 ; 545 ; 425 ; 480 ; 468 ; 510 ; 440 ; 455 ; 471. Le rapport des sommes du trimestre de base était de 1,045. Calculez le rapport arithmétique et le rapport géométrique prix/valeur du trimestre, puis l'indice SPAR arithmétique et géométrique (35.12). Quelle statistique du chapitre 18 faudrait-il vérifier avant de se fier à cet indice ?

Exercice 35.6 — L'ajustement de conditions du marché selon l'indice ★★★

À partir du tableau 35.4, calculez l'ajustement de conditions du marché du comparable G0404 (506 500 $, 2025T2, évalué en 2026T3) selon l'indice hédonique, l'indice BMN, l'indice Case–Shiller et la médiane, puis selon la tendance linéaire du modèle de référence (0,364 % par mois sur 15,2 mois). Classez les résultats, expliquez l'écart entre l'indice hédonique et la tendance par la précision du dernier trimestre, et rédigez le paragraphe du rapport d'évaluation qui justifie le taux retenu et en déclare l'incertitude.

Exercice 35.7 — Révision et filtres : expérience sur le script ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch35_indices.py` : (a) faites passer la part des reventes rénovées (`PART_FLIP`) de 0,15 à 0 puis à 0,30 et mesurez l'effet sur la hausse totale BMN et sur la pente $\hat{a}_1$ de Case–Shiller ; (b) pour chaque cas, appliquez les filtres à 12 et 18 mois et commentez l'arbitrage biais–variance ; (c) reproduisez les millésimes de la figure 35.5 et expliquez pourquoi la révision est systématiquement à la baisse dans cette simulation. Rédigez une note de 200 mots sur ce qu'un producteur d'indice devrait publier pour que l'utilisateur puisse juger de ces effets.

Exercice 35.8 — Dérivations : imputation, moyenne géométrique et estimateur arithmétique ★★★

(a) Démontrez la proposition 35.1 et expliquez pourquoi, avec des coefficients propres à chaque période, les indices de Laspeyres et de Paasche diffèrent. (b) Démontrez que, pour deux périodes et des paires reliant toutes la période 0 à la période 1, l'indice BMN est la moyenne géométrique des rapports P_{j2}/P_{j1}. (c) Deux maisons vendues 100 000 $ et 200 000 $ en période 0 se revendent 110 000 $ et 230 000 $ en période 1 : calculez l'indice géométrique, la moyenne arithmétique des rapports et l'indice arithmétique pondéré par la valeur de Shiller (1991), $\sum_j P_{j2} / \sum_j P_{j1}$, et expliquez à quelle question chacun répond.

Pour aller plus loin

Le manuel international des indices de prix des logements (Eurostat et al. 2013) est la référence d'ensemble : il compare les méthodes de stratification, hédoniques, de ventes répétées et SPAR, et son chapitre sur les méthodes hédoniques, dû à Haan et Diewert (2013), détaille les constructions à indicatrices, chaînées et par imputation ; Hill (2013) en donne une taxonomie critique et une évaluation empirique. Sur les ventes répétées, on lira dans l'ordre Bailey et al. (1963), qui fondent l'estimateur, Case et Shiller (1987) et Case et Shiller (1989), qui le pondèrent et en tirent les premières conclusions sur l'efficience du marché des maisons, Shiller (1991) pour les versions arithmétiques, Goetzmann (1992) pour la précision dans les petits échantillons et Silverstein (2014) pour les révisions. Clapp et Giaccotto (1992) comparent ventes répétées et valeurs au rôle, Bourassa et al. (2006) formalisent le SPAR, Quigley (1995) et Englund et al. (1998) proposent et appliquent les modèles hybrides, et Contat et Larson (2024) renouvellent la construction par agrégats. Sur la dépréciation dans les indices de ventes répétées, Knight et Sirmans (1996) et Harding et al. (2007). Fisher et al. (1994) étendent la comparaison des méthodes aux immeubles commerciaux, et Shiller (2015) replace les indices dans la question plus large des bulles et du partage du risque immobilier.

36

Données de panel et identification causale

Les chapitres précédents de cette partie ont appris à décrire : le modèle hédonique du chapitre 18 mesure ce que le marché paie pour une caractéristique, les modèles spatiaux du chapitre 19 corrigent la dépendance entre voisins, les indices du chapitre 35 suivent le niveau des prix dans le temps. Aucun de ces outils ne répond pourtant à la question que l'évaluateur se fait poser le plus souvent lorsqu'un changement survient : de combien la nouvelle station de transport collectif, le rezonage de l'îlot, l'inondation du printemps ou le règlement qui encadre les loyers ont-ils modifié la valeur de cet immeuble ? La question est causale, et la réponse exige de comparer ce qui est arrivé à ce qui serait arrivé sans le changement, c'est-à-dire à un contrefactuel que l'on n'observe jamais. Le présent chapitre expose les méthodes qui construisent ce contrefactuel à partir de données de panel, où les mêmes immeubles sont suivis sur plusieurs périodes : effets fixes, doubles différences, études d'événement, estimateurs adaptés à l'adoption échelonnée, discontinuité spatiale et contrôle synthétique. L'exemple intégral superpose aux séries trimestrielles de revenu net d'exploitation du portefeuille du cas 4 un choc dont l'effet est déclaré d'avance ; le lecteur connaît donc la vérité et peut juger chaque estimateur à ce qu'il en retrouve. Les applications au rezonage, aux risques environnementaux et à l'encadrement locatif renvoient aux chapitres 8, 34 et 43.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- formuler une question d'évaluation en termes de résultats potentiels, nommer l'effet recherché et reconnaître le biais de sélection qui sépare une différence observée d'un effet causal ;
- écrire un modèle de panel à effets fixes d'immeuble et de période, dériver l'estimateur within, le relier aux indicatrices et calculer des erreurs-types robustes aux grappes ;
- estimer un effet par doubles différences à deux périodes, énoncer et éprouver l'hypothèse de tendances parallèles par des placebos et une étude d'événement ;

- expliquer pourquoi l'estimateur à effets fixes bidirectionnels se dérègle lorsque l'adoption est échelonnée et les effets dynamiques, et appliquer l'estimateur par cohortes de Callaway et Sant'Anna ;
- mettre en œuvre une discontinuité spatiale à une frontière de zone et un contrôle synthétique à poids positifs, et en lire les limites ;
- confronter, sur un choc simulé aux effets connus, cinq estimateurs à la vérité, puis juger de la sensibilité des conclusions aux hypothèses d'identification et au choix du groupe témoin.

36.1 Pourquoi la causalité importe à l'évaluateur

36.1.1 Des questions causales partout

L'évaluation ordinaire est une estimation d'espérance conditionnelle : la valeur marchande du sujet est ce que des biens semblables se vendent, à la même date, sur le même marché (chapitre 16). Cette question ne demande pas de savoir *pourquoi* les prix sont ce qu'ils sont. Mais une part croissante des mandats porte sur un changement : l'expropriation partielle d'un terrain pour une emprise de transport, l'indemnité due à la suite d'un sinistre, la contestation d'une valeur au rôle après un rezonage, l'effet d'un nouveau règlement sur la valeur d'un immeuble locatif, la décote attachée à une zone inondable nouvellement cartographiée ou la plus-value d'un quartier desservi par une infrastructure. Dans chacun de ces cas, la question posée est de la forme « quelle est la valeur de l'immeuble avec le changement, et quelle serait-elle sans lui ? », et seule la première branche est observable. La seconde est un **contrefactuel** ; l'estimer est l'objet de l'**identification causale**.

La tentation est grande de répondre par une comparaison simple : les immeubles proches de la station se vendent plus cher que les autres, donc la station vaut la différence ; les loyers ont monté de tant depuis la mise en service, donc c'est l'effet de la mise en service. Ces deux raisonnements sont faux pour des raisons symétriques. Le premier compare des immeubles différents à la même date et attribue à la station ce qui tient à leur localisation, à leur âge ou à leur qualité, qui n'ont rien à voir avec elle ; les stations ne sont pas placées au hasard. Le second compare le même immeuble à deux dates et attribue à la station ce qui tient au marché, à l'inflation, au cycle, qui auraient agi sans elle. La littérature empirique a appris à se méfier de ces deux comparaisons et à ne retenir que des plans d'observation où le contrefactuel est construit explicitement. Linden et Rockoff (2008) mesurent l'effet de l'arrivée d'un délinquant sexuel inscrit sur les prix des maisons voisines en comparant, avant et après l'arrivée, les maisons situées à moins de 0,1 mille à celles situées entre 0,1 et 0,3 mille ; Currie et al. (2015) mesurent l'effet de l'ouverture et de la fermeture de 1 600 usines émettrices de substances toxiques en suivant les prix à moins d'un demi-mille et entre un demi-mille et deux milles ; Dubé et al. (2014) mesurent l'effet d'un changement de desserte en train de banlieue sur la Rive-Sud de Montréal par un estimateur spatial de doubles différences. Dans les trois cas, l'effet est une différence de différences : différence entre proches et éloignés, elle-même comparée avant et après. C'est la structure que ce chapitre formalise.

36.1.2 Résultats potentiels, effet du traitement et biais de sélection

Le cadre des **résultats potentiels**, exposé par Imbens et Rubin (2015), donne un vocabulaire précis. Soit $D_{it} \in \{0, 1\}$ l'indicatrice qui vaut 1 si l'immeuble i est exposé au changement (le **traitement**, par analogie médicale) à la période t. Chaque immeuble possède deux résultats potentiels, $Y_{it}(1)$ s'il est traité et $Y_{it}(0)$ s'il ne l'est pas, dont un seul est observé :

$$Y_{it} = D_{it}\, Y_{it}(1) + (1 - D_{it})\, Y_{it}(0). \tag{36.1}$$

L'effet du traitement sur l'immeuble i à la période t est $Y_{it}(1) - Y_{it}(0)$; il n'est jamais observé, puisque l'un des deux termes manque toujours. Ce que les données permettent d'estimer, sous hypothèses, est une moyenne de ces effets sur une population définie.

Définition 36.1 : Effet moyen du traitement sur les traités

L'**effet moyen du traitement sur les traités** (ATT, *average treatment effect on the treated*) est

$$\mathrm{ATT} = \mathrm{E}\left[Y_{it}(1) - Y_{it}(0) \mid D_{it} = 1\right]. \tag{36.2}$$

C'est l'effet moyen pour les immeubles effectivement exposés, à la date où ils le sont ; il ne dit rien de ce que le traitement ferait à des immeubles qui n'y ont pas été exposés.

L'ATT est la quantité pertinente pour l'évaluateur, parce que son sujet est, en général, un immeuble exposé : la maison qui a été inondée, l'immeuble qui est près de la station. La différence brute entre traités et non-traités ne l'estime pas. En écrivant $\mathrm{E}[Y \mid D = 1] = \mathrm{E}[Y(1) \mid D = 1]$ et $\mathrm{E}[Y \mid D = 0] = \mathrm{E}[Y(0) \mid D = 0]$, on obtient

$$\underbrace{\mathrm{E}[Y \mid D = 1] - \mathrm{E}[Y \mid D = 0]}_{\text{différence observée}} = \underbrace{\mathrm{E}[Y(1) - Y(0) \mid D = 1]}_{\text{ATT}} + \underbrace{\mathrm{E}[Y(0) \mid D = 1] - \mathrm{E}[Y(0) \mid D = 0]}_{\text{biais de sélection}}. \tag{36.3}$$

Le **biais de sélection** est la différence qui aurait existé entre les deux groupes *sans* traitement. Il est nul si le traitement a été attribué au hasard, ce qui n'arrive jamais en immobilier : les lignes de transport desservent les quartiers denses, les zones inondables longent les rivières où les terrains ont d'autres attributs, les rezonages visent les secteurs en mutation. Angrist et Pischke (2009) appellent cette décomposition l'équation fondamentale de l'économétrie appliquée ; toute la suite du chapitre consiste à trouver des hypothèses crédibles qui annulent le second terme ou qui permettent de l'estimer. Le modèle hédonique du chapitre 18 y parvient lorsque la sélection ne dépend que de caractéristiques observées et correctement spécifiées : conditionnellement à $\mathbf{x}$, les immeubles traités et non traités auraient eu le même $Y(0)$. L'hypothèse est forte, parce que ce qui détermine l'exposition est souvent inobservé, et c'est précisément la raison d'être des données de panel : observer le même immeuble avant et après permet d'éliminer tout ce qui lui est propre et constant.

36.1.3 Les plans d'identification et ce qu'ils supposent

Le tableau 36.1 résume les plans d'observation de ce chapitre, la source de biais de sélection qu'ils neutralisent et l'hypothèse qu'ils exigent en retour. Aucune n'est gratuite. Les effets fixes éliminent les différences permanentes entre immeubles mais pas les chocs qui coïncident avec le traitement ; les doubles différences exigent que les groupes aient évolué parallèlement

sans traitement ; la discontinuité spatiale exige que rien d'autre ne change à la frontière ; le contrôle synthétique exige qu'une combinaison de témoins reproduise la trajectoire du traité. Le travail de l'analyste n'est pas de choisir la méthode la plus sophistiquée, mais celle dont l'hypothèse est la plus défendable dans le cas étudié, et de montrer ce qui se passe quand elle est relâchée.

Tableau 36.1. Plans d'identification du chapitre : ce qu'ils éliminent et ce qu'ils supposent

Plan	Biais de sélection neutralisé	Hypothèse exigée (et test usuel)
Effets fixes d'immeuble (section 36.2)	Toute différence permanente entre immeubles, observée ou non	Exogénéité stricte : les chocs idiosyncrasiques ne sont pas liés au traitement à aucune date
Doubles différences 2×2 (section 36.3)	Différences permanentes et chocs communs aux deux groupes	Tendances parallèles sans traitement (placebos, étude d'événement)
Étude d'événement	Idem, en laissant l'effet varier avec le temps écoulé	Absence de tendance différentielle avant le traitement ; anticipation nulle
Adoption échelonnée (section 36.4)	Idem, avec plusieurs dates d'exposition	Tendances parallèles pour chaque cohorte ; homogénéité des effets (TWFE) ou agrégation explicite (Callaway–Sant'Anna)
Discontinuité spatiale (section 36.5)	Tout ce qui varie continûment à la frontière	Continuité des autres déterminants à la frontière ; pas de tri des immeubles autour d'elle
Contrôle synthétique (section 36.5)	Trajectoire propre de l'unité traitée	Un bassin de donneurs dont une combinaison convexe reproduit le passé du traité ; inférence par permutation

Source : Synthèse de l'auteur d'après Angrist et Pischke (2009), Imbens et Rubin (2015), Cunningham (2021) et Roth et al. (2023).

36.2 Le modèle de panel à effets fixes

36.2.1 Structure des données et modèle

Un **panel** (ou données longitudinales) suit N unités sur T périodes : N immeubles dont on observe le revenu net d'exploitation chaque trimestre, N municipalités dont on connaît le prix médian chaque année, N maisons vendues plusieurs fois. Le panel est **cylindré** si chaque unité est observée à toutes les périodes, ce qui est le cas des séries du cas 4 (48 immeubles, 42 trimestres, 2 016 observations) et rarement celui des ventes, où chaque maison n'apparaît qu'aux dates où elle change de mains ; les méthodes de ce chapitre s'appliquent aux deux, mais les formules sont plus simples dans le cas cylindré et c'est celui que nous développons. Le modèle de base est

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}^{\top}\beta + \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}, \qquad i = 1, \dots, N,\ t = 1, \dots, T, \tag{36.4}$$

où y_{it} est, dans notre cas, le logarithme du revenu net d'exploitation, $\mathbf{x}_{it}$ un vecteur de variables qui varient dans le temps (dont le traitement D_{it}), α_i un **effet fixe d'unité** qui

absorbe tout ce qui est propre à l'immeuble et constant sur la période (taille, localisation, qualité de construction, qualité du gestionnaire, et tout ce que l'on ne mesure pas), λ_t un **effet fixe de période** qui absorbe tout ce qui est commun à tous les immeubles à la date t (cycle, inflation, taux, choc pandémique), et ε_{it} un terme idiosyncrasique. Dans la notation du modèle hédonique de référence (équation (18.3)), α_i joue le rôle des effets spatiaux $\mu_{s(i)}$ portés à leur granularité la plus fine, l'immeuble lui-même, et λ_t celui des effets temporels τ_t. La différence essentielle est que α_i n'est pas une indicatrice de secteur, partagée par des dizaines de ventes, mais une constante propre à chaque unité, identifiée uniquement parce que l'unité est observée plusieurs fois.

36.2.2 Effets fixes ou aléatoires

Deux traitements de α_i sont possibles. Le modèle à **effets aléatoires** suppose que α_i est un tirage indépendant des régresseurs, $\mathrm{E}[\alpha_i \mid \mathbf{x}_{i1}, \dots, \mathbf{x}_{iT}] = 0$; il l'intègre au terme d'erreur et estime β par moindres carrés généralisés, avec le gain d'efficacité qu'apporte l'exploitation de la variation entre unités. Le modèle à **effets fixes** ne suppose rien sur la corrélation entre α_i et les régresseurs : il traite α_i comme N paramètres à éliminer ou à estimer. Le choix n'est pas une affaire de goût mais d'hypothèse : si les immeubles exposés au traitement diffèrent de façon permanente des autres pour des raisons que l'on ne mesure pas, ce qui est la règle, α_i est corrélé avec D_{it}, et l'estimateur à effets aléatoires est biaisé exactement par le terme de sélection de l'équation (36.3). Wooldridge (2010) présente le test de Hausman, qui compare les deux estimateurs : s'ils diffèrent au-delà de ce que l'échantillonnage explique, l'hypothèse des effets aléatoires est rejetée. En évaluation, la question se tranche presque toujours en faveur des effets fixes, parce que la sélection sur des caractéristiques permanentes inobservées est le problème que les données de panel servent à résoudre ; l'efficacité perdue est le prix de la crédibilité. Les effets aléatoires gardent leur place lorsque l'objectif est la prédiction, par exemple pour emprunter de l'information entre immeubles voisins, ce qui rejoint les modèles hiérarchiques du chapitre 39.

36.2.3 L'estimateur within

Éliminer α_i est simple : il suffit de retrancher à chaque variable sa moyenne temporelle par unité. En notant $\bar{y}_i = T^{-1}\sum_t y_{it}$ et de même pour $\bar{\mathbf{x}}_i$, $\bar{\lambda}$ et $\bar{\varepsilon}_i$, l'équation (36.4) moyennée sur t donne $\bar{y}_i = \bar{\mathbf{x}}_i^{\top}\beta + \alpha_i + \bar{\lambda} + \bar{\varepsilon}_i$, et la différence

$$\ddot{y}_{it} \equiv y_{it} - \bar{y}_i = (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)^{\top}\beta + (\lambda_t - \bar{\lambda}) + (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i) = \ddot{\mathbf{x}}_{it}^{\top}\beta + \ddot{\lambda}_t + \ddot{\varepsilon}_{it} \tag{36.5}$$

ne contient plus α_i. C'est la **transformation within** : seule la variation *à l'intérieur* de chaque unité au fil du temps est conservée, et toute variation *entre* unités est éliminée avec les effets fixes. Une variable constante dans le temps pour chaque immeuble (sa superficie, sa RMR, son année de construction) disparaît avec α_i et son coefficient n'est pas identifié, ce qui est la contrepartie logique de la méthode : on ne peut pas à la fois absorber tout ce qui est permanent et mesurer l'effet d'une chose permanente. Les effets de période se traitent par des indicatrices sur les données transformées ou, dans un panel cylindré, par une seconde soustraction, $y_{it} - \bar{y}_i - \bar{y}_t + \bar{y}$, qui élimine λ_t de la même manière ; on parle alors d'**effets fixes bidirectionnels** (TWFE, *two-way fixed effects*).

Proposition 36.1 : Estimateur within et indicatrices

L'estimateur des moindres carrés de β sur les données transformées,

$$\hat{\beta}_W = \Big(\sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \ddot{\mathbf{x}}_{it} \ddot{\mathbf{x}}_{it}^{\top} \Big)^{-1} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \ddot{\mathbf{x}}_{it} \, \ddot{y}_{it}, \tag{36.6}$$

est identique à l'estimateur des moindres carrés de β dans la régression de y_{it} sur $\mathbf{x}_{it}$ et N indicatrices d'unité (estimateur dit « LSDV », *least squares dummy variables*). Il est sans biais et convergent lorsque $\mathrm{E}[\varepsilon_{it} \mid \mathbf{x}_{i1}, \dots, \mathbf{x}_{iT}, \alpha_i] = 0$ pour tout t (exogénéité stricte).

Démonstration. Soit $\mathbf{Q} = \mathbf{I}_{NT} - \mathbf{P}_{\Delta}$, où $\mathbf{P}_{\Delta} = \Delta(\Delta^{\top}\Delta)^{-1}\Delta^{\top}$ est la projection sur l'espace engendré par la matrice Δ ($NT \times N$) des indicatrices d'unité. Pour un panel cylindré, $(\Delta^{\top}\Delta)^{-1} = T^{-1}\mathbf{I}_N$ et $\mathbf{P}_{\Delta}\mathbf{y}$ remplace chaque y_{it} par $\bar{y}_i$; donc $\mathbf{Q}\mathbf{y} = \ddot{\mathbf{y}}$ et $\mathbf{Q}\mathbf{X} = \ddot{\mathbf{X}}$. Par le théorème de Frisch–Waugh–Lovell, le coefficient de $\mathbf{X}$ dans la régression de $\mathbf{y}$ sur $[\mathbf{X}, \Delta]$ est $(\mathbf{X}^{\top}\mathbf{Q}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^{\top}\mathbf{Q}\mathbf{y}$, et comme $\mathbf{Q}$ est symétrique et idempotente, $\mathbf{X}^{\top}\mathbf{Q}\mathbf{X} = \ddot{\mathbf{X}}^{\top}\ddot{\mathbf{X}}$ et $\mathbf{X}^{\top}\mathbf{Q}\mathbf{y} = \ddot{\mathbf{X}}^{\top}\ddot{\mathbf{y}}$, ce qui est l'équation (36.6). Pour l'absence de biais, $\hat{\beta}_W - \beta = (\ddot{\mathbf{X}}^{\top}\ddot{\mathbf{X}})^{-1}\ddot{\mathbf{X}}^{\top}\ddot{\varepsilon}$ et $\mathrm{E}[\ddot{\varepsilon}_{it} \mid \mathbf{X}] = 0$ sous exogénéité stricte, puisque $\ddot{\varepsilon}_{it}$ est une combinaison des ε_{is} de toutes les périodes s de la même unité. □

L'hypothèse d'**exogénéité stricte** mérite attention parce qu'elle est plus forte que l'exogénéité contemporaine du modèle hédonique : l'erreur de la période t ne doit être corrélée avec le traitement à *aucune* période, passée ou future. Elle est violée si le traitement répond aux chocs passés, par exemple si une municipalité rezone un îlot *parce que* ses prix ont chuté, ou si les propriétaires anticipent la mise en service et agissent avant. L'étude d'événement de la section 36.3 est le diagnostic naturel de ces violations. Dans l'équation (36.6), les degrés de liberté de la variance résiduelle sont $NT - N - K$ et non $NT - K$, puisque N moyennes ont été estimées ; les logiciels de panel l'appliquent, et une régression sur données transformées « à la main » doit le corriger. La bibliothèque de l'ouvrage (`traite.panel`, fonctions `within`, `within_deux_voies`, `estimateur_within` et `twfe`) met en œuvre les deux voies et vérifie leur égalité.

36.2.4 Erreurs-types robustes aux grappes

Les observations d'un même immeuble ne sont pas indépendantes. Le revenu net d'un trimestre dépend des baux signés les trimestres précédents, des dépenses engagées, de la conjoncture locale ; les séries du cas 4 sont, par construction, des marches aléatoires autour d'une tendance régionale, et leurs écarts à l'équation (36.4) sont donc fortement autocorrélés. La variance des moindres carrés sous indépendance, $\hat{\sigma}^2(\mathbf{X}^{\top}\mathbf{X})^{-1}$, et sa version robuste à l'hétéroscédasticité HC1 (équation (18.10)) ignorent cette dépendance et surestiment la précision, parfois de beaucoup. Le remède standard consiste à regrouper les observations en **grappes** (*clusters*) à l'intérieur desquelles toute corrélation est permise, les grappes étant indépendantes entre elles. Avec G grappes indexées par g, $\mathbf{X}_g$ et $\mathbf{e}_g$ les lignes de la matrice

des régresseurs et des résidus de la grappe g, l'estimateur de la variance est

$$\widehat{\mathrm{Var}}(\hat{\beta}) = c\,(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}\Big(\sum_{g=1}^{G}\mathbf{X}_g^\top\mathbf{e}_g\mathbf{e}_g^\top\mathbf{X}_g\Big)(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}, \qquad c = \frac{G}{G-1}\cdot\frac{NT-1}{NT-K}, \tag{36.7}$$

dit « sandwich » parce que la matrice centrale est prise entre deux inverses. Le terme $\mathbf{X}_g^\top\mathbf{e}_g\mathbf{e}_g^\top\mathbf{X}_g$ contient tous les produits croisés $e_{it}e_{is}$ de la grappe et capte donc l'autocorrélation ; lorsque chaque grappe se réduit à une observation, la formule redonne HC1. Le facteur c est la correction d'échantillon fini usuelle (dite CR1). La grappe naturelle d'un panel d'immeubles est l'immeuble ; lorsque le traitement est attribué à un niveau plus agrégé (toutes les maisons d'un îlot rezoné, tous les immeubles d'une municipalité), la grappe doit être ce niveau, parce que c'est là que réside la variation qui identifie l'effet. La formule n'est fiable que si G est grand, disons plusieurs dizaines ; avec quelques grappes seulement, elle sous-estime encore la variance et des corrections supplémentaires s'imposent, que Wooldridge (2010) et Angrist et Pischke (2009) discutent.

L'ordre de grandeur de la correction se lit sur une formule approchée. Si chaque grappe compte m observations dont les erreurs ont une corrélation intra-grappe ρ et si le régresseur est constant dans la grappe, le rapport des variances exacte et naïve est

$$\frac{\mathrm{Var}_{\text{grappes}}(\hat{\beta})}{\mathrm{Var}_{\text{naïve}}(\hat{\beta})} \approx 1 + (m-1)\rho, \tag{36.8}$$

de sorte que les erreurs-types sont multipliées par la racine de ce facteur. Avec $m = 42$ trimestres et une corrélation intra-immeuble de 0,5, les erreurs-types naïves doivent être multipliées par environ 4,6 ; l'exemple intégral retrouve des rapports de cet ordre. Une alternative à la pondération par grappes consiste à agréger les données au niveau de la grappe avant d'estimer, par exemple en réduisant chaque immeuble à une différence « après moins avant » : la régression porte alors sur N observations indépendantes et les erreurs-types ordinaires redeviennent valides. C'est la voie que nous suivons pour l'estimateur à deux périodes.

36.3 Doubles différences

36.3.1 Le cas élémentaire à deux groupes et deux périodes

Le plan le plus simple comporte un groupe traité $\mathscr{T}$, un groupe témoin $\mathscr{C}$, une période « avant » ($t = 0$) où personne n'est traité et une période « après » ($t = 1$) où seul le groupe traité l'est. L'estimateur des **doubles différences** (ou différence de différences, DiD, *difference-in-differences*) a été introduit au chapitre 8 pour mesurer l'effet d'un rezonage (équation (8.11)) ; nous en établissons ici les conditions de validité. En termes de résultats potentiels, la quantité visée est l'ATT de la période 1, $\mathrm{E}[Y_1(1) - Y_1(0) \mid \mathscr{T}]$, dont le second terme est inobservé. L'hypothèse qui l'identifie est celle des **tendances parallèles** :

$$\mathrm{E}[Y_1(0) - Y_0(0) \mid \mathscr{T}] = \mathrm{E}[Y_1(0) - Y_0(0) \mid \mathscr{C}], \tag{36.9}$$

c'est-à-dire qu'en l'absence de traitement, le résultat du groupe traité aurait évolué, en moyenne, comme celui du groupe témoin. Elle ne suppose pas que les deux groupes se

ressemblent en niveau, ni que les traités ont été choisis au hasard ; elle suppose que ce qui les distingue est stable dans le temps. Sous cette hypothèse, et avec $Y_0(0)$ observé pour les deux groupes puisque personne n'est traité en $t = 0$,

$$\begin{aligned} \text{ATT} &= \mathrm{E}[Y_1 \mid \mathscr{T}] - \mathrm{E}[Y_1(0) \mid \mathscr{T}] \\ &= \mathrm{E}[Y_1 \mid \mathscr{T}] - \big\{\mathrm{E}[Y_0 \mid \mathscr{T}] + \mathrm{E}[Y_1(0) - Y_0(0) \mid \mathscr{T}]\big\} \\ &= \mathrm{E}[Y_1 \mid \mathscr{T}] - \mathrm{E}[Y_0 \mid \mathscr{T}] - \big\{\mathrm{E}[Y_1 \mid \mathscr{C}] - \mathrm{E}[Y_0 \mid \mathscr{C}]\big\}, \end{aligned} \tag{36.10}$$

où la dernière ligne remplace la tendance contrefactuelle des traités par la tendance observée des témoins, en vertu de l'équation (36.9). Chaque terme de la dernière ligne est une moyenne d'échantillon, et l'estimateur $\hat{\delta}_{2\times2}$ de l'équation (8.11) en est la contrepartie empirique. La dérivation montre ce que la méthode fait exactement : elle emprunte aux témoins leur évolution pour reconstruire ce que les traités auraient connu. Elle montre aussi ce qu'elle exige : si les traités étaient sur une trajectoire différente pour une raison étrangère au traitement, l'estimateur attribue au traitement cette différence de trajectoire, tout entière.

Lorsque la variable dépendante est en logarithme, comme ici, les tendances parallèles portent sur les logarithmes, c'est-à-dire sur les taux de croissance, et l'effet s'interprète comme une proportion : $100\,[\exp(\hat{\delta}) - 1]$ pour cent, soit 4,08 % pour $\hat{\delta} = 0{,}04$. L'hypothèse n'est pas invariante à cette transformation : des groupes dont les revenus croissent du même pourcentage ont des tendances parallèles en logarithme mais pas en niveau, et réciproquement. Le choix de l'échelle fait partie de l'hypothèse d'identification et doit être justifié par le mécanisme supposé ; en immobilier, où les chocs de marché sont proportionnels, le logarithme est presque toujours le bon choix.

La version par régression, $y_{it} = \alpha + \beta\,\mathrm{tr}_i + \gamma\,\text{après}_t + \delta\,(\mathrm{tr}_i \times \text{après}_t) + \varepsilon_{it}$ (équation (8.12)), reproduit exactement l'équation (8.11) dans le cas 2×2 équilibré et permet d'ajouter des covariables. Avec des données de panel, on lui préfère la forme à effets fixes,

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \delta\, D_{it} + \varepsilon_{it}, \tag{36.11}$$

qui généralise l'indicatrice de groupe en un effet fixe par unité et celle de période en un effet par date, et qui s'étend immédiatement à plusieurs périodes. Pour l'inférence, l'autocorrélation des erreurs impose les erreurs-types en grappes de l'équation (36.7) ou, de façon équivalente et plus transparente dans le cas 2×2, l'agrégation : on calcule pour chaque unité la différence longue $\Delta y_i = \bar{y}_{i,\text{après}} - \bar{y}_{i,\text{avant}}$ sur les fenêtres retenues, puis on régresse Δy_i sur l'indicatrice de traitement ; le coefficient est $\hat{\delta}_{2\times2}$ et son erreur-type HC1 est valide quelle que soit la dépendance intra-unité.

36.3.2 Éprouver les tendances parallèles : placebos et étude d'événement

L'hypothèse de l'équation (36.9) porte sur un contrefactuel et n'est pas testable directement. Elle est cependant *falsifiable* par ses implications sur les périodes où personne n'est traité : si les deux groupes évoluaient parallèlement avant le traitement, un estimateur de doubles différences appliqué à deux périodes antérieures au traitement doit donner zéro. C'est le **test placebo** temporel : on déplace fictivement la date du traitement dans le passé et l'on vérifie que l'« effet » estimé est nul aux erreurs d'échantillonnage près. Un placebo significatif est un signal d'alarme ; un placebo nul est rassurant sans être une preuve, parce que la divergence peut commencer avec le traitement, par exemple si l'exposition a été décidée en réaction à un événement contemporain.

L'**étude d'événement** (*event study*) généralise ce test et donne, en plus, la dynamique de l'effet. Soit g_i la première période où l'unité i est traitée et $k = t - g_i$ le temps écoulé depuis l'événement, négatif avant, nul à la date de l'événement, positif après. On estime

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \sum_{\substack{k=\underline{k} \\ k \neq -1}}^{\overline{k}} \delta_k \, \mathbb{1}[t - g_i = k] + \varepsilon_{it}, \tag{36.12}$$

où les indicatrices de temps relatif valent zéro pour les unités jamais traitées, où la période $k = -1$ est omise et sert de référence, et où les extrémités $\underline{k}$ et $\overline{k}$ regroupent toutes les observations plus lointaines (sans ce regroupement, les indicatrices extrêmes ne seraient identifiées que par une poignée d'observations). Chaque $\hat{\delta}_k$ pour $k \geq 0$ est l'effet k périodes après l'événement, relativement au dernier trimestre avant lui ; chaque $\hat{\delta}_k$ pour $k < -1$ est un placebo. Le graphique des $\hat{\delta}_k$ avec leurs intervalles de confiance en grappes est devenu la pièce centrale de toute étude de doubles différences, parce qu'il montre d'un coup d'œil si les coefficients pré-traitement sont plats et proches de zéro (tendances parallèles plausibles), s'ils montent ou descendent régulièrement (tendance différentielle : l'hypothèse est en défaut), et comment l'effet s'installe, culmine ou s'estompe après l'événement. Deux mises en garde. D'abord, l'absence de pré-tendance significative n'établit pas l'hypothèse : les tests de pré-tendance ont souvent peu de puissance, et Roth et al. (2023) rappellent que conditionner l'analyse à leur résultat biaise l'inférence qui suit. Ensuite, le choix de la référence $k = -1$ est arbitraire ; si ce trimestre est, par hasard, un point haut ou bas pour les traités, tous les coefficients en héritent, ce que l'exemple intégral illustre.

36.4 Adoption échelonnée : le problème des effets fixes bidirectionnels

36.4.1 Le plan échelonné et l'estimateur TWFE statique

Dans la plupart des applications réelles, les unités ne sont pas toutes traitées à la même date. Les stations d'une ligne ouvrent par tronçons, les municipalités adoptent un règlement les unes après les autres, les cartes de zones inondables sont publiées par bassin. Le plan est dit à **adoption échelonnée** (*staggered adoption*) : les unités se répartissent en **cohortes** selon leur date de première exposition g, et un groupe peut n'être jamais traité. Pendant des décennies, l'usage a été d'estimer l'équation (36.11) telle quelle, avec $D_{it} = \mathbb{1}[t \geq g_i]$, et de lire $\hat{\delta}$ comme « l'effet moyen du traitement ». Une série de travaux publiés autour de 2020, dont Goodman-Bacon (2021), Chaisemartin et D'Haultfœuille (2020), Sun et Abraham (2021) et Callaway et Sant'Anna (2021), a établi que cette lecture est fausse en général : l'estimateur TWFE statique est une moyenne pondérée de comparaisons 2×2 dont certaines utilisent des unités *déjà traitées* comme témoins, et ses poids ne correspondent pas aux parts des cohortes dans l'échantillon. Lorsque l'effet du traitement est le même pour toutes les unités et constant dans le temps, le TWFE reste convergent ; dès que l'effet varie entre cohortes ou, surtout, évolue avec le temps écoulé depuis le traitement, il peut s'éloigner considérablement de l'ATT, jusqu'à changer de signe. Roth et al. (2023) offrent la synthèse la plus accessible de cette littérature.

36.4.2 La décomposition de Goodman-Bacon

Goodman-Bacon (2021) a montré que, dans un panel cylindré sans covariable, l'estimateur TWFE statique s'écrit exactement comme une moyenne pondérée de tous les estimateurs 2×2 que le plan permet de former. Considérons deux cohortes, une cohorte précoce k traitée à partir de g_k et une cohorte tardive ℓ traitée à partir de $g_\ell > g_k$, et un groupe U jamais traité. Trois types de comparaisons existent : chaque cohorte contre les jamais traités ($\hat\beta_{kU}$, $\hat\beta_{\ell U}$), sur l'ensemble de la période ; la cohorte précoce contre la cohorte tardive *avant* que celle-ci ne soit traitée ($\hat\beta_{k\ell}$, fenêtre $t < g_\ell$) ; et la cohorte tardive contre la cohorte précoce *déjà traitée* ($\hat\beta_{\ell k}$, fenêtre $t \geq g_k$). Alors

$$\hat\delta_{\text{TWFE}} = s_{kU}\,\hat\beta_{kU} + s_{\ell U}\,\hat\beta_{\ell U} + s_{k\ell}\,\hat\beta_{k\ell} + s_{\ell k}\,\hat\beta_{\ell k}, \qquad s_{kU} + s_{\ell U} + s_{k\ell} + s_{\ell k} = 1, \tag{36.13}$$

où les poids dépendent des tailles relatives des groupes et de la part de la période pendant laquelle chacun est traité. En notant n_k la part des unités dans la cohorte k, $\bar D_k$ la part des périodes où elle est traitée, $n_{kU} = n_k/(n_k+n_U)$ et $\hat V^D$ la variance de D_{it} après double centrage,

$$s_{kU} = \frac{(n_k+n_U)^2\, n_{kU}(1-n_{kU})\,\bar D_k(1-\bar D_k)}{\hat V^D}, \qquad s_{\ell k} = \frac{\big[(n_k+n_\ell)\bar D_k\big]^2\, n_{k\ell}(1-n_{k\ell})\,\dfrac{\bar D_\ell}{\bar D_k}\cdot\dfrac{\bar D_k-\bar D_\ell}{\bar D_k}}{\hat V^D}, \tag{36.14}$$

et de façon analogue pour $s_{k\ell}$; le théorème s'étend à un nombre quelconque de cohortes. La leçon se lit dans les poids : chaque comparaison pèse d'autant plus que les groupes qu'elle oppose sont grands et que la variance de son traitement dans sa fenêtre, $\bar D(1-\bar D)$, est élevée, c'est-à-dire que le traitement survient au milieu de la fenêtre. Les cohortes traitées au milieu de la période reçoivent donc un poids disproportionné, et les unités jamais traitées, qui ne contribuent qu'aux comparaisons du premier type, peuvent peser moins que leur nombre ne le suggère.

Le danger réside dans la comparaison $\hat\beta_{\ell k}$. Dans sa fenêtre, la cohorte précoce est déjà traitée et sert de témoin ; si son effet évolue encore, cette évolution est retranchée de l'effet mesuré pour la cohorte tardive. Sous tendances parallèles, on montre que

$$\mathrm{E}[\hat\beta_{\ell k}] = \mathrm{ATT}_\ell - \Big(\overline{\delta}_k^{\,t\geq g_\ell} - \overline{\delta}_k^{\,g_k\leq t<g_\ell}\Big), \tag{36.15}$$

où le terme entre parenthèses est la variation de l'effet moyen de la cohorte précoce entre les deux sous-fenêtres. Si l'effet du traitement croît avec le temps écoulé, ce que l'on attend d'une infrastructure dont le voisinage se densifie, ou d'un revenu net qui ne s'ajuste qu'au renouvellement des baux, cette variation est positive et $\hat\beta_{\ell k}$ sous-estime l'ATT de la cohorte tardive, éventuellement jusqu'à devenir négatif alors que tous les effets individuels sont positifs. C'est la **comparaison interdite** (*forbidden comparison*) de la littérature. Le poids $s_{\ell k}$ étant positif, le TWFE hérite d'une partie de ce biais ; la décomposition permet de le quantifier, et le exercice 36.5 la fait calculer à la main.

36.4.3 L'estimateur de Callaway et Sant'Anna

La solution proposée par Callaway et Sant'Anna (2021) consiste à ne jamais former de comparaison interdite. On définit d'abord un effet par cohorte et par période, l'**ATT de cohorte**, puis on agrège explicitement. Pour la cohorte g et la période t, avec pour témoins

les unités jamais traitées $\mathscr{C}$ (ou, en variante, les unités *pas encore* traitées à la date t), et en prenant pour base la dernière période avant le traitement de la cohorte, $g-1$,

$$\widehat{\mathrm{ATT}}(g,t) = \frac{1}{n_g}\sum_{i\in g}\big(y_{it}-y_{i,g-1}\big) - \frac{1}{n_{\mathscr{C}}}\sum_{i\in\mathscr{C}}\big(y_{it}-y_{i,g-1}\big). \tag{36.16}$$

Chaque $\widehat{\mathrm{ATT}}(g,t)$ est un estimateur 2×2 propre : il compare une cohorte, entre sa dernière période non traitée et la période t, à des unités qui ne sont traitées à aucune de ces deux dates. Pour $t<g$, la même formule fournit des placebos. L'hypothèse requise est celle des tendances parallèles entre chaque cohorte et ses témoins, et elle peut être restreinte aux témoins d'une même strate, par exemple d'une même RMR, lorsque les tendances régionales diffèrent ; c'est ce que fait l'exemple intégral. Les agrégations usuelles sont l'effet par cohorte, l'effet dynamique par temps relatif et l'effet global :

$$\begin{aligned}
\widehat{\mathrm{ATT}}_g &= \frac{1}{T-g+1}\sum_{t\ge g}\widehat{\mathrm{ATT}}(g,t), \qquad \widehat{\mathrm{ATT}}(k) = \sum_{g} w_{g,k}\,\widehat{\mathrm{ATT}}(g,g+k),\\
\widehat{\mathrm{ATT}} &= \sum_{g}\frac{n_g}{\sum_{g'} n_{g'}}\,\widehat{\mathrm{ATT}}_g,
\end{aligned} \tag{36.17}$$

où $w_{g,k}$ est la part de la cohorte g parmi les cohortes observées k périodes après leur traitement. Chaque agrégation est une moyenne à poids positifs et connus d'effets bien définis, ce qui est précisément ce que le TWFE statique ne garantit pas. L'inférence repose sur un bootstrap par blocs d'unités, qui respecte l'autocorrélation intra-immeuble ; la mise en œuvre de la bibliothèque (`traite.panel.callaway_santanna`) rééchantillonne séparément chaque cohorte et chaque strate de témoins afin de conserver le plan. L'estimateur de Sun et Abraham (2021) poursuit le même but dans le cadre d'une régression, en interagissant les indicatrices de temps relatif avec les indicatrices de cohorte puis en agrégeant ; celui de Chaisemartin et D'Haultfœuille (2020) généralise aux traitements qui s'allument et s'éteignent. Dans un plan simple comme celui de ce chapitre, deux cohortes et un groupe jamais traité, les trois approches donnent des résultats très voisins ; la version par cohortes a l'avantage de la transparence, chaque chiffre se recalculant à la main comme une différence de deux moyennes.

36.5 Discontinuité spatiale et contrôle synthétique

36.5.1 La frontière comme expérience : discontinuité spatiale

Certains traitements sont définis par une ligne sur une carte : la limite d'une zone au règlement de zonage, celle d'une zone inondable cartographiée, celle d'un arrondissement soumis à un règlement particulier, celle d'un territoire scolaire. Deux immeubles situés de part et d'autre de la ligne, à quelques dizaines de mètres l'un de l'autre, partagent le même voisinage, les mêmes commerces, la même accessibilité, le même microclimat de marché ; ce qui les sépare est la règle, et seulement la règle. L'idée de la **discontinuité spatiale** (*spatial regression discontinuity*) est d'estimer le saut de la fonction de prix à la frontière, en supposant que tous les autres déterminants de la valeur y sont continus. Soit x_i la distance signée de l'immeuble i à la frontière, négative d'un côté et positive de l'autre, et $c=0$ la frontière ; l'estimateur local linéaire à noyau est la régression pondérée

$$y_i = a + \tau\,\mathbb{1}[x_i\ge 0] + b\,x_i + d\,\mathbb{1}[x_i\ge 0]\,x_i + \eta_i, \qquad \text{poids } K\!\left(\frac{x_i}{h}\right), \tag{36.18}$$

où K est un noyau décroissant (triangulaire, $K(u) = \max(1 - |u|, 0)$) et h une bande passante ; $\hat{\tau}$ est le saut à la frontière, b et $b + d$ les pentes de chaque côté. La régression n'utilise que les immeubles à moins de h de la frontière, et plus ils en sont proches, plus ils pèsent. Le choix de h reproduit l'arbitrage biais–variance du chapitre 16 : une bande étroite n'utilise que des immeubles comparables mais peu nombreux ; une bande large gagne en précision et perd en comparabilité, puisque les pentes linéaires approchent de moins en moins bien la vraie fonction de prix. On présente toujours l'estimation pour plusieurs bandes.

Trois menaces propres à la frontière doivent être examinées. Premièrement, d'autres règles peuvent changer à la même ligne : une limite de zone est souvent aussi une limite d'arrondissement, de territoire scolaire ou de taux de taxe, et le saut mesuré agrège tous ces changements. Deuxièmement, les immeubles peuvent se trier autour de la frontière : si la règle existe depuis longtemps, le bâti de chaque côté s'y est adapté (duplex d'un côté, unifamiliales de l'autre) et la discontinuité des caractéristiques du bâti contamine celle des prix ; on vérifie que les caractéristiques observables sont continues à la frontière, et l'on compare à caractéristiques égales. Troisièmement, les effets de la règle peuvent déborder la ligne, par exemple si la zone dense nuit aux maisons immédiatement voisines de l'autre côté ; le saut mesure alors une différence entre deux effets et non l'effet d'un seul côté. Cunningham (2021) présente le cadre général de la discontinuité et ses diagnostics ; dans sa version spatiale, elle est un complément naturel des ventes appariées du chapitre 17, dont elle est la limite lorsque les paires se resserrent sur une ligne.

36.5.2 Le contrôle synthétique

Lorsqu'une seule unité est traitée, ou lorsque le traité est un agrégat (un quartier, une municipalité, une cohorte entière), aucun témoin unique n'a de raison d'avoir suivi la même trajectoire, et la moyenne des témoins n'en a pas davantage. Abadie et al. (2010) proposent de construire le témoin : le **contrôle synthétique** est la combinaison convexe des unités non traitées, dites **donneurs**, qui reproduit le mieux la trajectoire du traité avant le traitement. Avec J donneurs dont les séries forment la matrice $\mathbf{Y}^0$ ($T \times J$), le traité $\mathbf{y}^1$ et T_0 périodes pré-traitement, les poids résolvent

$$\hat{\mathbf{w}} = \arg\min_{\mathbf{w}} \sum_{t=1}^{T_0} \Big(y_t^1 - \sum_{j=1}^{J} w_j \, Y_{jt}^0 \Big)^2 \quad \text{sous } w_j \geq 0, \ \sum_j w_j = 1, \tag{36.19}$$

et l'effet à la période $t > T_0$ est l'écart $y_t^1 - \sum_j \hat{w}_j Y_{jt}^0$. Les deux contraintes sont la substance de la méthode : la positivité et la somme unitaire interdisent l'extrapolation, de sorte que le contrefactuel reste à l'intérieur de l'enveloppe des trajectoires observées et que les poids se lisent comme la composition d'un portefeuille de témoins, interprétable et discutable. La version originale ajoute des prédicteurs (caractéristiques moyennes pré-traitement) à l'ajustement ; la version réduite à la trajectoire suffit lorsque T_0 est long, ce qui est notre cas avec 26 trimestres. Lorsque les niveaux des unités diffèrent fortement, comme les revenus d'immeubles de 6 et de 72 logements, on ajuste les séries centrées sur leur moyenne pré-traitement, ce qui revient à ajouter une constante au modèle et à ne demander aux donneurs que de reproduire la *forme* de la trajectoire.

L'inférence ne passe pas par une erreur-type classique mais par des **placebos dans l'espace** : on applique la méthode à chaque donneur comme s'il avait été traité à la même date, et l'on compare l'écart post-traitement du vrai traité à la distribution des écarts obtenus

pour les donneurs. La statistique usuelle est le rapport de l'erreur quadratique moyenne post-traitement à celle de la période pré-traitement (RMSPE), qui pénalise les unités mal ajustées avant le traitement ; si le traité a le plus grand rapport parmi $J + 1$ unités, la valeur p de permutation est $1/(J + 1)$. La méthode exige un bassin de donneurs qui ne soient pas eux-mêmes affectés par le traitement, directement ou par débordement, et dont l'enveloppe contienne le traité ; un ajustement pré-traitement médiocre, visible au RMSPE, est le premier signe que l'exercice n'est pas fiable.

36.6 Exemple intégral : un choc simulé sur le portefeuille du cas 4

Données synthétiques

Les séries trimestrielles de revenu net d'exploitation des 48 immeubles du cas 4 (`data/synthetic/cas4_portefeuille_series.csv`, 2016T1 à 2026T2) sont fictives : `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) les engendre comme une tendance de croissance propre à chaque RMR, une marche aléatoire d'écart-type 1,5 % par trimestre et un choc pandémique de −3 % de 2020T2 à 2021T2, selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md`. Le présent chapitre les prend telles quelles comme résultats potentiels *sans* traitement, $Y_{it}(0)$, et leur superpose un traitement dont l'effet est déclaré : huit immeubles de la RMR de Montréal (P04, P06, P11, P14, P20, P21, P28 et P42, tirés au hasard parmi les dix-sept) sont réputés desservis par une ligne de transport collectif fictive mise en service au troisième trimestre de 2022 ; cinq immeubles de la RMR de Gatineau (P10, P24, P29, P33 et P37, parmi huit) le sont par un second tronçon fictif au troisième trimestre de 2024 ; les 35 autres ne sont jamais traités. L'effet sur le logarithme du revenu net est, pour les deux cohortes, $\delta(k) = 0{,}01\,(k + 1)$ pour $k = 0, \ldots, 3$ trimestres après la mise en service, puis $\delta(k) = 0{,}04 + 0{,}0025\,(k - 3)$ pour $k \geq 4$: le régime de +4 % est atteint après un an, au rythme du renouvellement des baux, puis l'effet croît lentement avec la valorisation du voisinage. Ces chiffres sont des hypothèses pédagogiques, non des mesures d'un projet réel ; aucune ligne, aucun tronçon ni aucun immeuble n'existe. Tous les résultats de cette section sont imprimés par `analysis/python/cases/ch36_panel.py`, fondés sur les fonctions de `traite.panel`, et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch36.py` ; le contrôle croisé avec `linearmodels` et `statsmodels` (option `--controle`) reproduit coefficients et erreurs-types à 10^{-6} près pour les coefficients et à 1 % près pour les erreurs-types en grappes (différence de correction d'échantillon fini).

Exemple 36.1 : Cinq estimateurs confrontés à un effet connu

L'exemple procède en huit étapes : description du plan et des trajectoires ; doubles différences 2 × 2 et placebo ; effets fixes bidirectionnels et erreurs-types ; étude d'événement ; décomposition de Goodman-Bacon ; estimateur de Callaway et Sant'Anna ; contrôle synthétique ; discontinuité spatiale sur une simulation annexe. Chaque estimateur vise une cible précise (effet moyen global, effet d'une cohorte, effet sur une fenêtre,

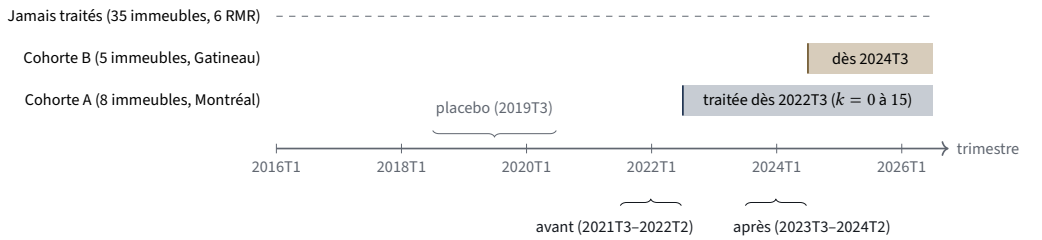


Figure 36.1. Chronologie du plan simulé : deux cohortes traitées à des dates différentes, un groupe jamais traité, et les fenêtres retenues pour l'estimateur 2 × 2 (deuxième année après la mise en service, lorsque le régime déclaré est atteint) et pour le placebo temporel.
Source : Schéma de l'auteur ; plan décrit dans `analysis/python/cases/ch36_panel.py`.

effet dynamique) et doit être comparé à la vérité correspondante, non à un effet « en général » ; le tableau 36.8 rassemble les résultats et leurs cibles.

Étape 1 : le plan et la vérité. La figure 36.1 résume le plan. L'effet moyen vrai sur les observations traitées, c'est-à-dire l'ATT de l'équation (36.2) pris sur l'ensemble des trimestres post-traitement des deux cohortes, vaut 0,0454 en logarithme : 0,0484 pour la cohorte A, qui compte seize trimestres de traitement et atteint $\delta(15) = 0{,}07$ au dernier, et 0,0356 pour la cohorte B, qui n'en compte que huit. Sur la fenêtre « après » de l'estimateur 2 × 2, la deuxième année suivant la mise en service de la cohorte A ($k = 4$ à 7), l'effet vrai moyen est de 0,0462. La figure 36.2 montre les trajectoires moyennes : le logarithme du revenu net des immeubles traités de Montréal se détache de celui des neuf immeubles témoins de la même RMR après 2022T3, et la courbe en pointillé, qui retranche l'effet déclaré, indique ce que les traités auraient connu sans traitement ; le lecteur voit que ce contrefactuel n'est pas exactement parallèle aux témoins, parce que les marches aléatoires de huit immeubles et de neuf autres ne s'annulent pas, et c'est tout le problème.

Étape 2 : doubles différences 2 × 2 et placebo. Le tableau 36.2 donne les quatre moyennes de cellule de l'équation (8.11) pour la cohorte A, avec pour témoins les neuf immeubles jamais traités de Montréal. Le logarithme moyen du revenu net des traités passe de 10,1379 à 10,2450 entre les deux fenêtres, soit +0,1071 ; celui des témoins de 10,3696 à 10,4234, soit +0,0538. La double différence vaut 0,0534, à comparer au vrai 0,0462 : l'erreur, 0,0072, est bien inférieure à l'erreur-type de 0,0201 obtenue par la régression des différences longues de l'équation (36.11) (dix-sept observations, HC1). En pourcentage, l'estimation est de 5,5 % pour un effet vrai de 4,7 %. Avec les 35 témoins de toutes les RMR, l'estimateur tombe à 0,0468, plus proche encore de la vérité, mais pour une mauvaise raison que la section 36.7 démêle : les tendances régionales des autres RMR ne sont pas celles de Montréal, et deux biais de signe opposé se compensent partiellement. Le placebo temporel, qui place une fausse mise en service en 2019T3 et compare 2018T3–2019T2 à 2019T3–2020T2, donne 0,0155 avec une erreur-type de 0,0101 : non significatif ($t = 1{,}5$), mais pas négligeable, et le signe positif annonce ce que l'étude d'événement va préciser.

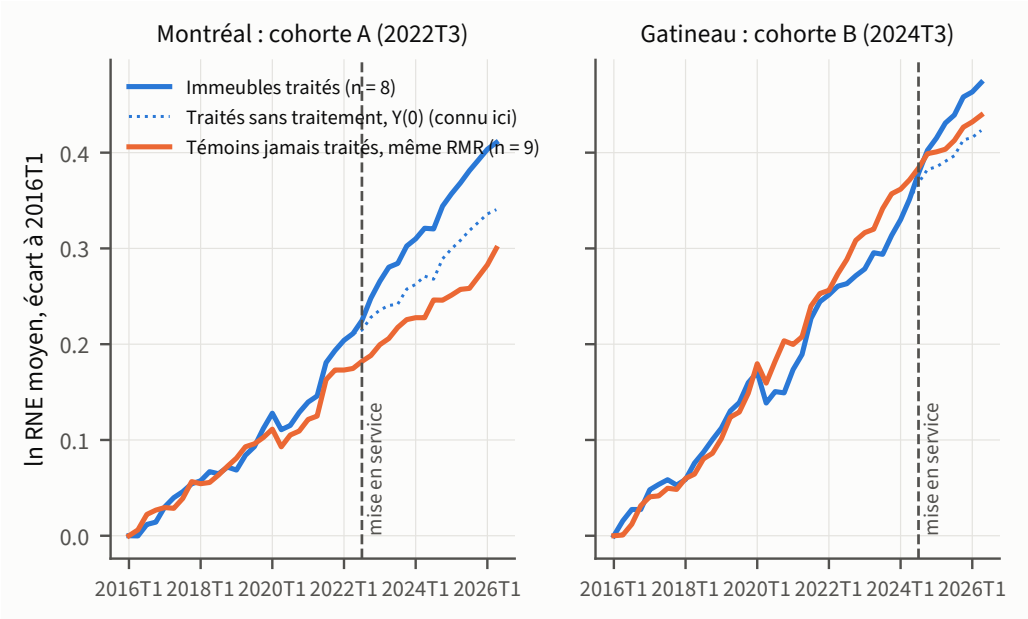


FIGURE 36.2. Logarithme moyen du revenu net d'exploitation, en écart à 2016T1, des immeubles traités et des témoins jamais traités de la même RMR. (a) Montréal, cohorte A traitée dès 2022T3 ; (b) Gatineau, cohorte B traitée dès 2024T3. Le pointillé est la trajectoire des traités débarrassée de l'effet déclaré, c'est-à-dire le contrefactuel $Y(0)$ que seul un jeu simulé permet de tracer. Les groupes ne sont pas rigoureusement parallèles : les marches aléatoires idiosyncrasiques ne s'annulent pas sur huit ou neuf immeubles.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch36_figures.py`, graine 20261031

TABLEAU 36.2. Doubles différences 2×2 pour la cohorte A : moyennes de cellule du logarithme du revenu net d'exploitation (données synthétiques)

Groupe	Avant (2021T3–2022T2)	Après (2023T3–2024T2)	Différence
Traités, Montréal ($n = 8$)	10,137 9	10,245 0	0,107 1
Témoins jamais traités, Montréal ($n = 9$)	10,369 6	10,423 4	0,053 8
Double différence $\hat{\delta}_{2\times2}$			0,053 4
Erreur-type (différences longues, HC1)			0,020 1
Effet vrai moyen sur la fenêtre			0,046 2
Variante : témoins jamais traités des six RMR ($n = 35$) : $\hat{\delta} = 0{,}0468$ (ET 0,0177)			
Placebo temporel : fausse mise en service en 2019T3, témoins de Montréal : $\hat{\delta} = 0{,}0155$ (ET 0,0101)			

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch36_panel.py`, fonctions `did_deux_periodes` et `placebo_temporel` ; `traite.panel.did_2x2`.

Étape 3 : effets fixes bidirectionnels et erreurs-types. Le tableau 36.3 estime l'équation (36.11) sur les 2 016 observations avec l'indicatrice D_{it} des deux cohortes. Avec des effets de période communs à toutes les RMR, le coefficient vaut 0,0905, le double de l'effet vrai de 0,0454 ; la transformation within bidirectionnelle de l'équation (36.5) donne exactement le même chiffre, ce qui vérifie la proposition 36.1. L'écart n'est pas un accident d'échantillonnage : les deux cohortes sont dans les RMR dont le générateur fait croître les revenus le plus vite, Gatineau et Montréal, et un effet de période commun attribue à D_{it} la différence entre leur tendance et la tendance moyenne des six RMR, accumulée sur dix ans. Remplacer les effets de période par des effets RMR × trimestre, 246 indicatrices qui laissent chaque région suivre sa propre trajectoire, ramène le coefficient à 0,0702. Il reste supérieur à la vérité de 0,025, mais l'erreur-type en grappes est de 0,0264 : l'écart est de l'ordre d'un écart-type, et l'étude d'événement en donnera la raison. Les trois colonnes d'erreurs-types sont la leçon la plus importante du tableau. L'erreur-type classique, 0,0054, et l'erreur-type HC1, 0,0064, supposent 2 016 observations indépendantes ; l'erreur-type en grappes par immeuble, 0,0264, est 4,9 fois plus grande, un rapport conforme à l'équation (36.8) pour $m = 42$ et une corrélation intra-immeuble de l'ordre de 0,5. Quiconque aurait rapporté le premier chiffre aurait annoncé un effet mesuré à ±1 % près alors que l'incertitude réelle est de ±5 %.

Tableau 36.3. Estimateur à effets fixes bidirectionnels de l'effet statique du traitement, selon les effets de période et le calcul des erreurs-types (données synthétiques ; effet vrai moyen 0,0454)

Spécification	Paramètres	$\hat{\delta}$	ET classique	ET HC1	ET grappes
Effets d'immeuble + trimestre (communs)	90	0,090 5	0,004 7	0,005 3	0,019 8
Within bidirectionnel (vérification)		0,090 5			
Effets d'immeuble + RMR × trimestre	295	0,070 2	0,005 4	0,006 4	0,026 4

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch36_panel.py`, fonction `twfe_statique` ; `traite.panel.twfe` et `mco_grappes` (CR1, 48 grappes) ; contrôle croisé `linearmodels.PanelOLS` et `statsmodels` (coefficient identique, erreurs-types en grappes 0,0196 et 0,0198).

Étape 4 : étude d'événement. La figure 36.3(a) et le tableau 36.4 présentent l'équation (36.12) avec effets RMR × trimestre, fenêtre de −8 à +8 trimestres (les deux extrémités regroupant les observations plus lointaines) et référence $k = -1$. Les coefficients post-traitement suivent le profil déclaré de près : 0,0088 à $k = 0$ pour un vrai 0,01, 0,0235 pour 0,02, 0,0312 pour 0,03, 0,0410 pour 0,04, puis 0,0354, 0,0439, 0,0476 et 0,0561 pour des vrais de 0,0425 à 0,05 ; l'indicatrice regroupée $k \geq 8$, qui ne concerne que la cohorte A, donne 0,0817 pour une vraie moyenne de 0,0612, avec une erreur-type de 0,027 qui traduit l'accumulation des marches aléatoires. La montée en régime sur quatre trimestres, que l'estimateur statique ne pouvait pas voir, est parfaitement lisible. Les coefficients pré-traitement sont tous négatifs, entre −0,007 et −0,021, aucun n'est individuellement significatif, et ils n'ont pas de pente marquée : le profil est compatible avec des tendances parallèles, mais il révèle que le trimestre de référence, 2022T2 pour la cohorte A, est un point relativement haut des traités, puisque tous les trimestres antérieurs leur sont inférieurs d'environ 0,015 une fois la tendance régionale retirée. C'est le hasard du tirage des marches aléatoires, et c'est lui qui explique que l'estimateur statique du tableau 36.3, qui compare la moyenne de *tous* les trimestres post-traitement à celle de *tous* les trimestres antérieurs, excède la vérité de 0,02 environ : il hérite du creux pré-traitement. L'étude d'événement, qui mesure tout par rapport à $k = -1$,

n'en souffre pas, mais elle en souffrirait si le hasard avait placé le creux en $k = -1$. La leçon est qu'il faut regarder les deux et comprendre d'où vient leur écart, non choisir celle qui arrange.

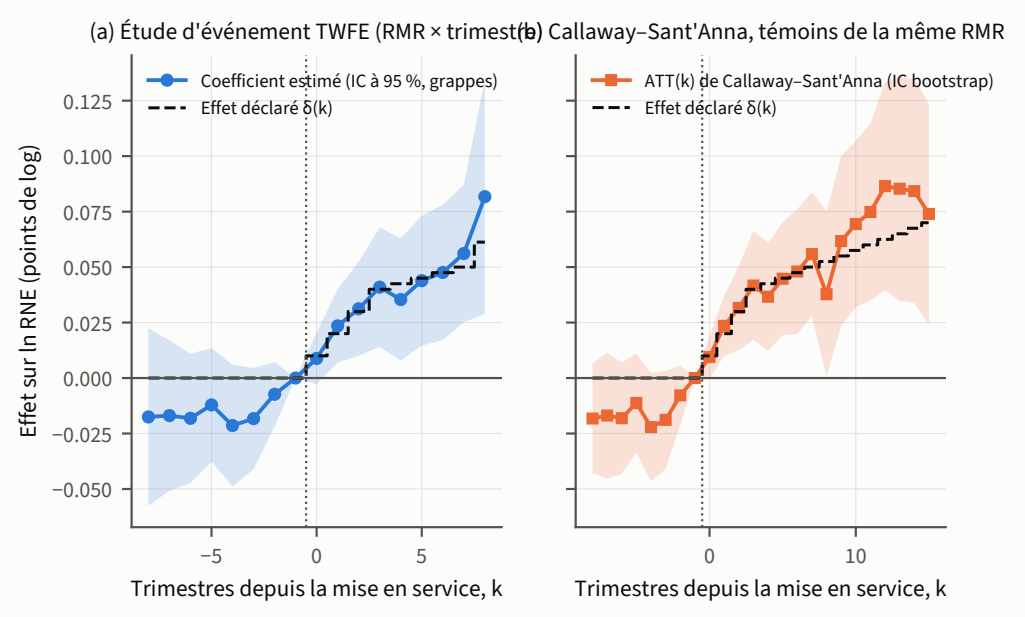


Figure 36.3. Dynamique de l'effet estimé et effet déclaré. (a) Étude d'événement par effets fixes d'immeuble et RMR × trimestre, référence $k = -1$, bandes à 95 % par erreurs-types en grappes ; les coefficients de $k = -8$ et $k = +8$ regroupent les observations plus éloignées. (b) Agrégation dynamique de l'estimateur de Callaway et Sant'Anna avec témoins jamais traités de la même RMR, bandes par bootstrap de 499 tirages par blocs d'immeubles. Dans les deux panneaux, la montée en régime sur quatre trimestres est retrouvée ; les coefficients pré-traitement négatifs signalent que le trimestre de référence est un point haut des traités.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch36_figures.py`, graine 20261031

Étape 5 : décomposition de Goodman-Bacon. Le tableau 36.5 décompose l'estimateur TWFE à effets de période communs, 0,0905, selon l'équation (36.13). Les quatre comparaisons 2×2 se recombinent exactement : $0{,}6658 \times 0{,}0844 + 0{,}2721 \times 0{,}1224 + 0{,}0476 \times 0{,}0080 + 0{,}0146 \times 0{,}0403 = 0{,}0905$, et les poids somment à un, ce que le test unitaire vérifie à 10^{-10}. La lecture est instructive. Les deux comparaisons contre les jamais traités dominent (94 % du poids) et sont toutes deux très au-dessus de la vérité, à 0,084 et 0,122, parce qu'elles comparent des immeubles de Montréal et de Gatineau à des témoins de six RMR sur toute la décennie : c'est le biais de tendance régionale déjà identifié. La comparaison « précoce contre tardive pas encore traitée » oppose Montréal à Gatineau avant 2024T3 et donne 0,008, parce que Gatineau croît plus vite que Montréal dans le générateur et que cette différence de tendance s'oppose à l'effet. La comparaison interdite, « tardive contre précoce déjà traitée », donne 0,040 pour une vérité de 0,036 ; son poids est faible (1,5 %) et son biais ici modeste, parce que l'effet de la cohorte A n'augmente que de 0,0025 par trimestre pendant que la cohorte B est traitée. La figure 36.4(a) place ces quatre points dans le plan poids–estimation. Sur le cas 4, la décomposition montre donc que le défaut du TWFE tient d'abord aux tendances

Tableau 36.4. Coefficients de l'étude d'événement (effets d'immeuble et RMR × trimestre) et effet déclaré, par trimestre écoulé depuis la mise en service (données synthétiques)

k	$\hat{\delta}_k$	ET grappes	Vrai	k	$\hat{\delta}_k$	ET grappes	Vrai
≤ -8	−0,017 5	0,020 4	0	0	0,008 8	0,006 0	0,010 0
−7	−0,016 9	0,017 3	0	1	0,023 5	0,008 4	0,020 0
−6	−0,018 2	0,014 8	0	2	0,031 2	0,010 8	0,030 0
−5	−0,012 1	0,013 1	0	3	0,041 0	0,013 8	0,040 0
−4	−0,021 4	0,014 0	0	4	0,035 4	0,014 1	0,042 5
−3	−0,018 3	0,011 6	0	5	0,043 9	0,014 9	0,045 0
−2	−0,007 3	0,007 4	0	6	0,047 6	0,015 5	0,047 5
−1	0	(référence)	0	7	0,056 1	0,015 8	0,050 0
				≥ 8	0,081 7	0,027 0	0,061 2

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch36_panel.py`, fonction `etude_evenement` ; `traite.panel.event_study` ; la colonne « vrai » est la moyenne de $\delta(k)$ sur les observations regroupées dans chaque indicatrice.

régionales, non à l'échelonnement ; pour isoler ce dernier, le panneau (b) et le tableau 36.6 recourent à un laboratoire.

Tableau 36.5. Décomposition de Goodman-Bacon de l'estimateur TWFE à effets de période communs ($\hat{\delta} = 0{,}0905$), cas 4 (données synthétiques)

Groupe traité	Groupe témoin (fenêtre)	Poids s	$\hat{\beta}_{2\times2}$	Vrai
Cohorte A (2022T3)	Jamais traités (toute la période)	0,665 8	0,084 4	0,048 4
Cohorte B (2024T3)	Jamais traités (toute la période)	0,272 1	0,122 4	0,035 6
Cohorte A	Cohorte B avant 2024T3 (pas encore traitée)	0,047 6	0,008 0	0,035 6
Cohorte B	Cohorte A dès 2022T3 (déjà traitée)	0,014 6	0,040 3	0,035 6
Somme des poids / moyenne pondérée		1,000 0	0,090 5	0,045 4

Source : [données synthétiques] `traite.panel.bacon` appliqué au panel de `ch36_panel.py` ; la colonne « vrai » est l'effet moyen déclaré du groupe traité sur la fenêtre de chaque comparaison.

Le laboratoire du tableau 36.6 est un panel artificiel de 50 unités et 42 périodes, sans tendance régionale ($y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$, bruit d'écart-type 0,02), avec deux cohortes de vingt unités traitées aux périodes 10 et 26, dix unités jamais traitées et un effet qui croît sans plafond, $\delta(k) = 0{,}005\,(k+1)$. L'effet moyen vrai est de 0,0692 (0,0825 pour la cohorte précoce, 0,0425 pour la tardive). Le TWFE statique donne 0,0233, un tiers de la vérité, avec une erreur-type en grappes de 0,0061 qui exclut la vérité à plus de sept écarts-types : l'estimateur est précis et faux. La décomposition l'explique : la comparaison interdite vaut −0,0356 et pèse 0,33, parce que l'effet de la cohorte précoce passe en moyenne de 0,0425 pendant la fenêtre où elle sert de « pré » à 0,1225 pendant la fenêtre « post », une hausse de 0,08 que l'équation (36.15) retranche de l'ATT de la cohorte tardive. Les trois autres comparaisons sont proches de leurs vérités respectives. L'estimateur de Callaway et Sant'Anna, qui n'utilise que les dix unités jamais traitées comme témoins, donne 0,0893 et 0,0310 par cohorte et

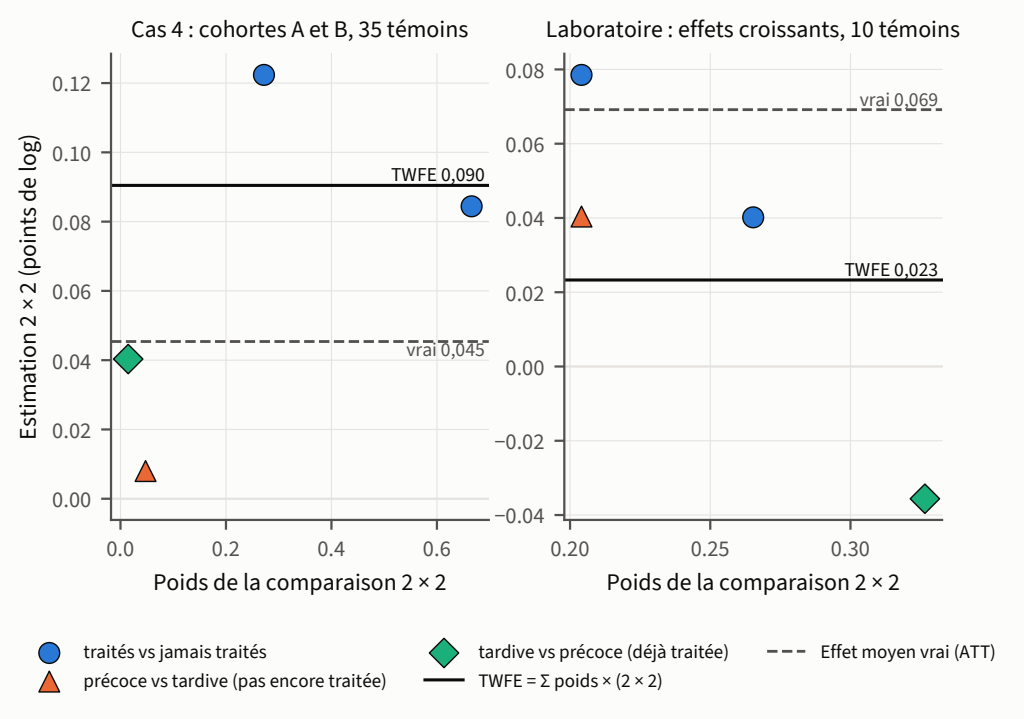


FIGURE 36.4. Décomposition de Goodman-Bacon : chaque point est une comparaison 2×2, placée selon son poids et son estimation ; le trait plein est l'estimateur TWFE, moyenne pondérée des points, et le tireté l'effet moyen vrai. (a) Cas 4 : les comparaisons contre les jamais traités dominent et portent le biais de tendance régionale. (b) Laboratoire à tendance commune et effets croissants ($\delta(k) = 0{,}005\,(k+1)$) : la comparaison « tardive contre précoce déjà traitée » est négative et pèse un tiers, et le TWFE tombe à un tiers de l'effet vrai.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch36_figures.py`, graine 20261031

0,0601 au total : l'écart à la vérité (−0,009) tient à ce que la période de base $g-1$ est bruitée et que ce bruit se transmet à tous les $\widehat{\mathrm{ATT}}(g,t)$ de la cohorte, un défaut connu de la base universelle, mais l'estimateur est dans l'intervalle de confiance et du bon ordre de grandeur, là où le TWFE est hors de tout.

Tableau 36.6. Laboratoire à adoption échelonnée et effets croissants : TWFE statique, comparaisons de Goodman-Bacon et estimateur de Callaway et Sant'Anna (panel artificiel)

Quantité	Estimation	ET grappes / bootstrap	Vrai
TWFE statique	0,023 3	0,006 1	0,069 2
précoce vs jamais traités (poids 0,204)	0,078 5		0,082 5
tardive vs jamais traités (poids 0,265)	0,040 2		0,042 5
précoce vs tardive pas encore traitée (poids 0,204)	0,040 4		0,042 5
tardive vs précoce déjà traitée (poids 0,327)	−0,035 6		0,042 5
Callaway–Sant'Anna, cohorte précoce	0,089 3	0,008 6	0,082 5
Callaway–Sant'Anna, cohorte tardive	0,031 0	0,010 5	0,042 5
Callaway–Sant'Anna, global	0,060 1	0,007 3	0,069 2

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch36_panel.py`, fonction `laboratoire` (graine 20261031 + 36).

Étape 6 : Callaway et Sant'Anna sur le cas 4. Revenons au portefeuille. Le tableau 36.7 applique l'équation (36.16) avec, pour chaque cohorte, les témoins jamais traités de sa propre RMR, neuf à Montréal et trois à Gatineau, ce qui est la façon la plus directe d'imposer des tendances parallèles *régionales*. L'effet de la cohorte A est estimé à 0,0528 (vrai 0,0484), celui de la cohorte B à 0,0406 (vrai 0,0356), et l'effet global, pondéré par les tailles des cohortes, à 0,0481 pour un vrai de 0,0454 : l'erreur est de 0,003, le quart de l'erreur-type bootstrap de 0,0116. L'agrégation dynamique, figure 36.3(b), reproduit le profil de l'étude d'événement avec une précision comparable et le prolonge jusqu'à $k=15$ pour la seule cohorte A, où l'on voit l'estimation suivre la pente de 0,0025 par trimestre avec un bruit croissant. Avec les 35 témoins de toutes les RMR, l'estimateur donne 0,0509 pour A mais 0,0521 pour B, dont l'effet vrai n'est que de 0,0356 : Gatineau croît plus vite que la moyenne des autres RMR et la cohorte B s'en trouve créditée, exactement comme dans la comparaison correspondante du tableau 36.5. Le choix des témoins est une hypothèse d'identification à part entière, et la restriction à la même RMR en est une plus crédible que l'assemblage de six marchés.

Étape 7 : contrôle synthétique. La cohorte A est ici traitée comme une seule unité, la moyenne des logarithmes de ses huit immeubles, et le bassin de donneurs est constitué des 35 immeubles jamais traités, chaque série étant centrée sur sa moyenne des 26 trimestres pré-traitement. Les poids de l'équation (36.19) se concentrent sur onze donneurs (figure 36.5(c)) : P02 (0,142) et P45 (0,105) à Gatineau, P09 (0,136), P16 (0,123) et P38 (0,027) à Montréal, P25 (0,120) et P19 (0,114) à Trois-Rivières, P43 (0,110) au Saguenay, P03 (0,071), P35 et P05. L'ajustement pré-traitement est excellent, avec un RMSPE de 0,0031, ce qui n'étonne pas lorsque 35 donneurs servent à reproduire une moyenne de huit séries lisses. Après la mise en service, l'écart moyen entre la cohorte et son contrôle synthétique est de 0,0363 pour un effet vrai moyen de 0,0484 sur les seize trimestres : le contrôle synthétique sous-estime de 0,012, là où

Tableau 36.7. Estimateur de Callaway et Sant'Anna par cohorte et global, selon le groupe témoin, cas 4 (données synthétiques)

	Témoins de la même RMR		Témoins de toutes les RMR		
Agrégat	$\widehat{\text{ATT}}$	ET bootstrap	$\widehat{\text{ATT}}$	ET bootstrap	Vrai
Cohorte A (Montréal, 2022T3, 16 trim.)	0,052 8	0,015 4	0,050 9	0,014 5	0,048 4
Cohorte B (Gatineau, 2024T3, 8 trim.)	0,040 6	0,018 3	0,052 1	0,013 3	0,035 6
Global (pondéré par les cohortes)	0,048 1	0,011 6	0,051 4		0,045 4

Source : [données synthétiques] `traite.panel.callaway_santanna` ; base universelle $g - 1$, témoins jamais traités, bootstrap stratifié de 499 tirages (99 pour la variante).

les estimateurs par régression surestimaient. La raison se lit sur le panneau (a) : la méthode ajuste toute la trajectoire pré-traitement, y compris les derniers trimestres où les traités sont, par hasard, au-dessus de leur tendance ; le contrefactuel synthétique prolonge ce point haut, alors que les traités retombent ensuite vers leur tendance, et la différence est portée au débit du traitement. L'inférence par placebos (panneau (b)) est néanmoins nette : le rapport des RMSPE post et pré de la cohorte vaut 12,9, le plus élevé des 36 unités, soit une valeur p de permutation de $1/36 = 0{,}028$. Le contrôle synthétique confirme qu'il s'est passé quelque chose, situe l'effet dans le bon ordre de grandeur, et montre par les poids quels immeubles ont servi de témoins ; il ne remplace pas l'étude d'événement pour la dynamique, et il est, comme elle, à la merci de la configuration des derniers trimestres pré-traitement.

Étape 8 : discontinuité spatiale. Le portefeuille du cas 4 ne comporte pas de frontière ; la figure 36.6 repose donc sur une simulation transversale annexe, déclarée dans le script : 400 immeubles fictifs répartis uniformément à moins de deux kilomètres d'une frontière de zone, dont le logarithme de la valeur suit $12{,}9 + 0{,}03\,x + 0{,}05\,\mathbb{1}[x \geq 0] + \varepsilon$, avec x la distance signée en kilomètres (positive du côté de la zone de densité supérieure) et ε normal d'écart-type 0,08. La pente de 0,03 par kilomètre représente un gradient continu de localisation, le saut de 0,05 l'effet de la règle. La comparaison naïve des deux côtés donne 0,114, plus du double de la vérité, parce qu'elle attribue à la règle tout le gradient. L'équation (36.18) donne 0,034 (erreur-type 0,034, 93 immeubles effectifs) pour une bande de 500 mètres, 0,032 (0,025, 202 immeubles) pour un kilomètre et 0,058 (0,018, 400 immeubles) pour deux kilomètres. Les trois estimations encadrent la vérité à moins d'un écart-type, et la progression des erreurs-types illustre l'arbitrage : la bande de deux kilomètres est la plus précise mais elle repose sur l'hypothèse, ici vraie par construction, que la fonction de prix est linéaire sur toute la largeur. Sur des données réelles, la linéarité n'est jamais garantie, et l'usage est de rapporter la fourchette.

Bilan. Le tableau 36.8 aligne les estimateurs sur la vérité correspondante. Trois constats. Les estimateurs qui imposent des tendances parallèles *régionales* (2 × 2 avec témoins de Montréal, étude d'événement et TWFE avec effets RMR × trimestre, Callaway–Sant'Anna par RMR) sont tous à moins d'un écart-type de la vérité ; ceux qui mélangent les régions ne le sont que par compensation d'erreurs. L'estimateur statique, quel que soit son habillage, est le plus exposé aux accidents de trajectoire pré-traitement, parce qu'il moyenne sur toute la période ; l'étude d'événement et l'estimateur par cohortes, qui raisonnent par rapport à

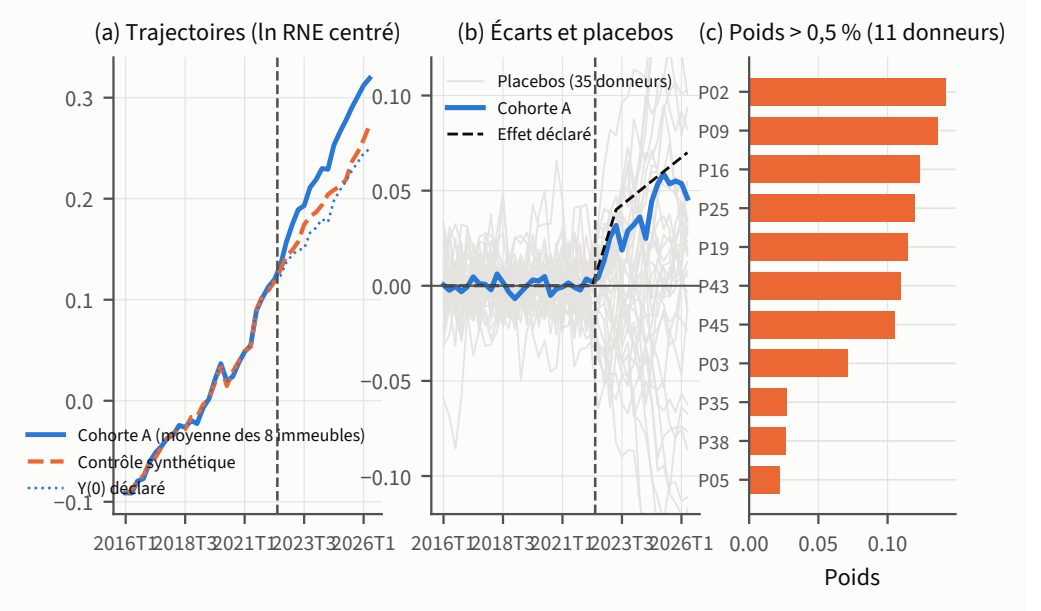


Figure 36.5. Contrôle synthétique de la cohorte A (moyenne des huit immeubles traités de Montréal, logarithme du revenu net centré sur la moyenne pré-traitement). (a) Trajectoire traitée, contrôle synthétique et contrefactuel déclaré. (b) Écart traité moins synthétique et écarts des 35 placebos obtenus en traitant fictivement chaque donneur ; le rapport des RMSPE post et pré du traité est le plus élevé des 36. (c) Poids des onze donneurs qui dépassent 0,5 %.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch36_figures.py`, graine 20261031

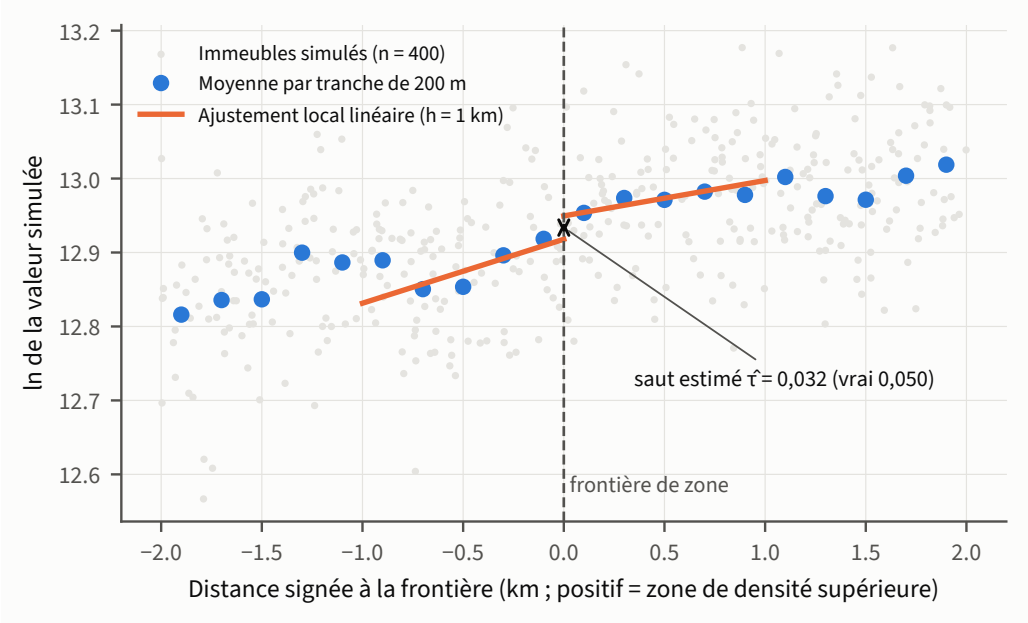


FIGURE 36.6. Discontinuité spatiale à une frontière de zone (simulation transversale fictive) : logarithme de la valeur selon la distance signée à la frontière, moyennes par tranche de 200 mètres et ajustement local linéaire à noyau triangulaire de bande 1 km de part et d'autre. Le saut à la frontière est l'effet de la règle ; le gradient continu de part et d'autre est la localisation, que la comparaison naïve des deux côtés confondrait avec lui.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch36_figures.py`, graine 20261031 ; données engendrées par `ch36_panel.discontinuite`

une base datée, rendent ces accidents visibles. Enfin, aucun estimateur n'est précis : avec huit immeubles traités et des revenus qui suivent des marches aléatoires, les erreurs-types honnêtes sont de l'ordre de 0,015 à 0,025, soit ±3 à ±5 points de pourcentage autour d'un effet de 4 à 5 %. C'est le réalisme qu'un rapport doit afficher : l'effet est positif, de l'ordre de quelques pour cent, et sa valeur exacte n'est pas connue.

Tableau 36.8. Bilan : estimateurs de l'effet du traitement sur le logarithme du revenu net d'exploitation et vérité correspondante (données synthétiques)

Estimateur (cible)	Estimation	Erreur-type	Vrai	Écart
2×2, témoins Montréal (cohorte A, 2^{e} année)	0,053 4	0,020 1	0,046 2	0,007 2
2×2, témoins six RMR (idem)	0,046 8	0,017 7	0,046 2	0,000 6
TWFE statique, effets communs (ATT global)	0,090 5	0,019 8	0,045 4	0,045 1
TWFE statique, RMR × trimestre (ATT global)	0,070 2	0,026 4	0,045 4	0,024 8
Étude d'événement, $k = 3$ (effet à un an)	0,041 0	0,013 8	0,040 0	0,001 0
Callaway–Sant'Anna, même RMR (ATT global)	0,048 1	0,011 6	0,045 4	0,002 7
Contrôle synthétique (cohorte A, 16 trimestres)	0,036 3	$p = 0{,}028$	0,048 4	−0,012 1
Discontinuité, bande 1 km (saut à la frontière)	0,031 6	0,024 7	0,050 0	−0,018 4

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch36_panel.py` ; erreurs-types HC1 sur différences longues (2×2), en grappes par immeuble (TWFE, étude d'événement), bootstrap par blocs (Callaway–Sant'Anna), valeur p de permutation (contrôle synthétique), HC1 pondérée (discontinuité).

36.7 Analyse de sensibilité

36.7.1 Lorsque les tendances parallèles sont violées

L'hypothèse de l'équation (36.9) est la clé de voûte, et il faut savoir ce qui se passe quand elle cède. Le script réestime tout après avoir ajouté aux immeubles traités, sur toute la période depuis 2016, une croissance supplémentaire d'un point de pourcentage par an : c'est le scénario où la ligne a été tracée là où les loyers montaient déjà plus vite, une sélection sur la tendance plutôt que sur le niveau. La figure 36.7 et le tableau 36.9 montrent le dégât. L'estimateur 2×2 passe de 0,0534 à 0,0734 : les deux fenêtres étant distantes de deux ans en moyenne, la tendance différentielle y ajoute $2 \times 0{,}01 = 0{,}02$, exactement. Le TWFE à effets RMR × trimestre passe de 0,0702 à 0,1227, parce que la tendance s'accumule sur les dix ans que la comparaison « tous les trimestres après contre tous les trimestres avant » embrasse. L'étude d'événement, elle, *montre* le problème : ses coefficients pré-traitement descendent régulièrement vers le passé, de $-0{,}061$ à $k \leq -8$ jusqu'à $-0{,}007$ à $k = -2$, avec une pente de 0,0036 par trimestre contre 0,0011 dans le scénario de référence, et les coefficients post-traitement montent trop vite, 0,076 à $k = 7$ contre 0,056. C'est tout l'intérêt du graphique : il ne corrige rien, mais il rend la violation visible, alors que le coefficient statique l'absorbe en silence.

Deux corrections sont possibles lorsque la pente pré-traitement est jugée réelle. La première ajoute au modèle une tendance linéaire propre au groupe traité ; sur le scénario violé, le TWFE avec cette tendance donne 0,0609, qui retire l'essentiel du biais mais reste au-dessus de la vérité, parce qu'une tendance linéaire estimée sur toute la période absorbe aussi une partie de l'effet, lui-même croissant après le traitement. La seconde, plus transparente,

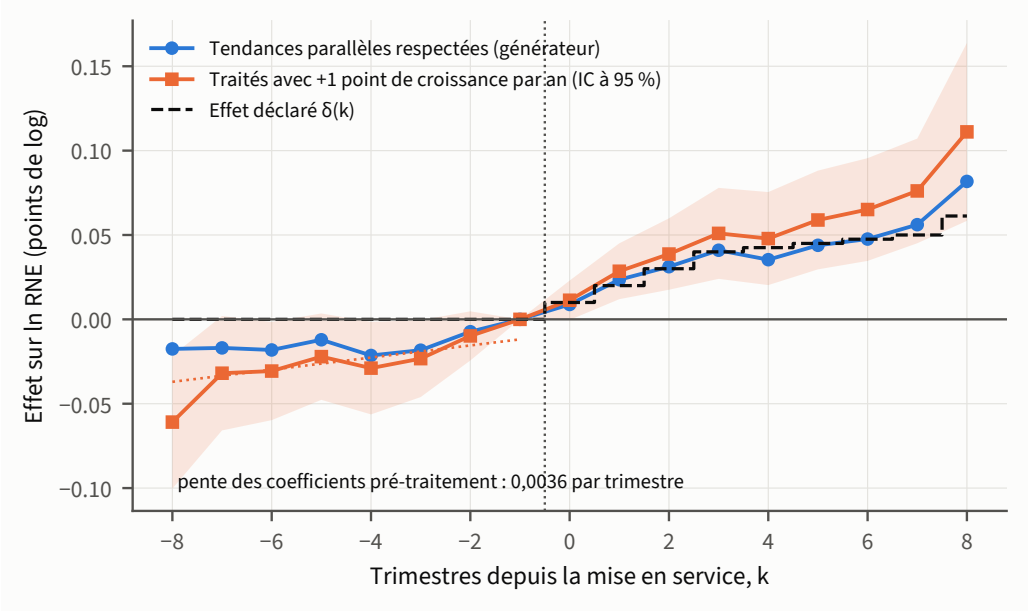


Figure 36.7. Étude d'événement dans le scénario de référence et dans le scénario où les immeubles traités croissent d'un point de pourcentage de plus par an depuis 2016 (tendances parallèles violées). Les coefficients pré-traitement, plats dans le premier cas, dessinent une pente dans le second ; les coefficients post-traitement sont surestimés d'un montant qui croît avec k.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch36_figures.py`, graine 20261031

extrapole la tendance pré-traitement de chaque immeuble et détendance les différences longues avant le 2×2 : on obtient 0,0426 pour une vérité de 0,0462. Ni l'une ni l'autre n'est une garantie, parce qu'elles remplacent l'hypothèse de tendances parallèles par celle, tout aussi invérifiable, d'une divergence *linéaire* qui se serait poursuivie. Roth et al. (2023) recensent les approches qui bornent l'effet sous des hypothèses explicites sur la violation possible, et c'est dans cet esprit qu'un rapport doit présenter la fourchette plutôt qu'un chiffre.

36.7.2 Le choix du groupe témoin

La seconde moitié du tableau 36.9 fait varier le groupe témoin de l'estimateur 2×2. Les neuf immeubles de Montréal donnent 0,0534 ; les 26 immeubles des cinq autres RMR, 0,0445 ; les 35 réunis, 0,0468 ; les cinq immeubles de la cohorte B, pas encore traités dans la fenêtre, 0,0308. L'étendue, de 0,031 à 0,053, est du même ordre que les erreurs-types, ce qui ne permet pas de dire qu'un groupe est « meilleur » au vu des seuls résultats ; c'est l'argument d'identification qui doit trancher, avant de regarder les chiffres. Les témoins de Gatineau sont peu nombreux et portés par une tendance régionale plus rapide ; les témoins hors Montréal mêlent six marchés ; les témoins de Montréal partagent le marché des traités mais ne sont que neuf. La bonne pratique est de retenir le groupe le plus défendable par le mécanisme (ici, la même RMR), de rapporter les autres en sensibilité, et de vérifier que les tendances pré-traitement de chaque groupe candidat sont compatibles avec celles des traités, ce que l'étude d'événement fait groupe par groupe. Lorsque le groupe témoin pourrait être

Tableau 36.9. Sensibilité aux hypothèses d'identification : tendances parallèles violées (+1 point de croissance par an pour les traités) et choix du groupe témoin (données synthétiques)

Scénario et estimateur	Référence	Violé	Vrai
2×2, témoins Montréal	0,053 4	0,073 4	0,046 2
TWFE statique, RMR × trimestre	0,070 2	0,122 7	0,045 4
Pente des coefficients pré-traitement ($k = -7$ à -2, par trimestre)	0,001 1	0,003 6	0
Étude d'événement, $k = 7$	0,056 1	0,076 1	0,050 0
TWFE avec tendance linéaire du groupe traité		0,060 9	0,045 4
2×2 détendancé (tendance pré-traitement par immeuble)		0,042 6	0,046 2
Choix des témoins, 2×2 de la cohorte A (scénario de référence, vrai 0,0462) :			
35 jamais traités, six RMR	0,046 8		
9 jamais traités, Montréal	0,053 4		
26 jamais traités, hors Montréal	0,044 5		
5 pas encore traités (cohorte B)	0,030 8		

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch36_panel.py`, fonctions `sensibilite` et `groupes_temoins`.

lui-même affecté par le traitement, par exemple des immeubles à deux kilomètres de la station qui perdent des locataires au profit des immeubles desservis, l'estimateur mesure la différence des deux effets et non l'effet sur les traités ; ce **débordement** (*spillover*) doit être écarté par le choix d'un groupe suffisamment éloigné, ou modélisé, comme le font Currie et al. (2015) avec des anneaux de distance successifs.

36.7.3 Le traitement de l'autocorrélation

Le tableau 36.3 a montré que les erreurs-types en grappes sont quatre à cinq fois plus grandes que les erreurs-types classiques sur ce panel. Le facteur dépend de la persistance des séries : des revenus nets qui suivent des marches aléatoires, comme ici et comme dans la plupart des immeubles réels où les baux se renouvellent lentement, ont une corrélation intra-immeuble élevée. Les deux remèdes, erreurs-types en grappes et agrégation en différences longues, donnent des résultats cohérents (0,0264 pour l'un, 0,0201 pour l'autre sur des cibles voisines), et tous deux condamnent l'usage des erreurs-types classiques ou HC1 sur des données de panel. Lorsque le traitement est assigné par groupe (îlot, municipalité) et que ces groupes sont peu nombreux, aucune des deux méthodes n'est fiable ; il faut alors recourir à des procédures de rééchantillonnage adaptées aux petits nombres de grappes, ou reconnaître que l'inférence est fragile.

36.8 Applications : infrastructure, inondation, rezonage, réglementation

Les méthodes de ce chapitre ont été appliquées à chacune des questions qui ouvrent le section 36.1, et la littérature fournit des repères sur la manière de s'y prendre, sinon sur les chiffres, qui dépendent du marché. Pour les *infrastructures de transport*, le plan canonique est celui de Dubé et al. (2014) sur le train de banlieue de la Rive-Sud de Montréal : les ventes

de maisons à distance de marche des gares sont comparées, avant et après le changement de desserte, aux ventes plus éloignées, dans un estimateur de doubles différences qui tient compte en outre de la dépendance spatio-temporelle entre les ventes voisines (chapitre 19), et que Dubé et al. (2017) ont ensuite généralisé ; Dubé et al. (2024) proposent un cadre causal intégré pour mesurer la plus-value foncière d'un changement de transport collectif, qui combine la définition de la zone traitée, le choix des témoins et la dynamique de l'effet. Deux leçons de ces travaux sont transposables à tout mandat : l'effet s'installe avant la mise en service, dès l'annonce, de sorte que la date de « traitement » doit être réfléchie et que les trimestres d'annonce doivent être exclus de la fenêtre pré-traitement ; et l'effet décroît avec la distance, de sorte que la définition du groupe traité par un seuil de distance est une hypothèse à tester en la faisant varier.

Pour les *risques environnementaux*, le chapitre 43 traite en détail de la décote des zones inondables et des sites contaminés ; les outils causaux y servent à distinguer la décote attachée au risque lui-même de celle qui tient aux attributs des terrains riverains. Le plan de Currie et al. (2015) sur les usines toxiques est le modèle : les ouvertures et les fermetures fournissent des événements datés, les anneaux de distance des groupes traités et témoins, et l'étude d'événement la dynamique. Un sinistre réel, une inondation printanière, est un événement du même type, mais il frappe des immeubles sélectionnés par leur situation ; le groupe témoin naturel est formé des immeubles de la même zone cartographiée qui n'ont pas été touchés, ou de ceux d'une zone comparable épargnée cette année-là, et la publication d'une nouvelle cartographie réglementaire est en soi un traitement informationnel dont l'effet se mesure par doubles différences autour de la date de publication. Pour le *rezonage*, le section 8.7 a appliqué les ventes appariées et les doubles différences à un îlot fictif ; le présent chapitre ajoute que la frontière de l'îlot est une discontinuité exploitable, que la date d'entrée en vigueur est précédée d'une période de consultation où l'anticipation agit, et que l'effet dépend de l'option de redéveloppement et donc de l'âge du bâti, ce qui en fait un effet hétérogène dont la moyenne doit être interprétée avec soin. Pour la *réglementation*, enfin, l'effet d'une règle qui s'applique à tous les immeubles d'un territoire à la même date ne peut être mesuré que par comparaison avec un territoire voisin non soumis, ce qui ramène à la discontinuité spatiale ou au contrôle synthétique à l'échelle de municipalités ; le chapitre 34 discute des scénarios d'encadrement locatif, dont l'évaluation causale est, au Québec, un chantier plutôt qu'un acquis.

Données de panel disponibles au Québec

Les panels d'immeubles sont rares dans les données publiques québécoises, mais ils se construisent. Les rôles d'évaluation foncière diffusés par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation sur Données Québec (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a), sous licence Creative Commons Attribution 4.0, couvrent les 1 140 municipalités avec un identifiant d'unité d'évaluation stable d'un rôle triennal à l'autre, ce qui permet de suivre la valeur au rôle, les caractéristiques physiques et l'usage de chaque unité à travers les rôles successifs ; les noms et adresses postales des propriétaires y sont caviardés. Une difficulté propre : la valeur au rôle est une estimation à la date de référence du rôle (art. 46 de la Loi sur la fiscalité municipale, chapitre 9), non un prix, et un panel de valeurs au rôle mesure la réaction de l'évaluateur municipal

au changement autant que celle du marché. Les ventes répétées du registre foncier et des bases de courtage fournissent des panels de prix non cylindrés, ceux du chapitre 35. Pour les revenus, l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL suit les loyers et l'inoccupation par zone et par taille de logement d'une année à l'autre, ce qui constitue un panel de zones plutôt que d'immeubles. Enfin, la cartographie des zones inondables du cadre réglementaire en vigueur depuis le 1er mars 2026 (Gouvernement du Québec 2026c) est publiée progressivement par secteur, ce qui crée, pour qui voudra l'étudier, un plan à adoption échelonnée dont les cohortes sont les secteurs cartographiés et dont le traitement est l'information nouvelle sur le risque ; les méthodes de la section 36.4 y sont directement applicables, et les mises en garde aussi. Sources consultées le 31 octobre 2026.

Erreurs fréquentes

- Lire une différence entre immeubles exposés et non exposés, à une date donnée, comme l'effet de l'exposition : c'est oublier le biais de sélection de l'équation (36.3). Les infrastructures, les zones et les règlements ne sont jamais placés au hasard.
- Lire une variation avant–après du même immeuble comme l'effet du changement : c'est attribuer au traitement la tendance du marché. Il faut un groupe témoin, et le défendre.
- Rapporter des erreurs-types classiques ou HC1 sur un panel : la corrélation intra-immeuble les rend quatre à cinq fois trop petites dans l'exemple. Les grappes sont au niveau où le traitement varie.
- Estimer un effet statique par TWFE sur un plan échelonné et le présenter comme un effet moyen : les poids ne sont pas ceux de l'échantillon et les comparaisons interdites peuvent inverser le signe. Décomposer, ou estimer par cohortes.
- Prendre un test de pré-tendance non significatif pour une preuve de tendances parallèles : il a peu de puissance, et le scénario de la section 36.7 montre une violation qui ne se voit qu'en regardant la pente.
- Choisir le groupe témoin après avoir vu les résultats, ou mélanger des marchés dont les tendances diffèrent : l'identification se décide sur le mécanisme, les variantes se rapportent en sensibilité.
- Dater le traitement à la mise en service alors que le marché a réagi à l'annonce, ou inclure les trimestres d'anticipation dans la fenêtre « avant ».
- Convertir un coefficient en logarithme en pourcentage par simple multiplication par cent, ou appliquer un effet moyen à un sujet dont l'exposition est atypique (distance, âge, type), alors que l'effet est hétérogène.

Limites et mises en garde

Les méthodes de ce chapitre estiment des effets *moyens* sur des groupes ; l'évaluateur a devant lui un immeuble. Passer de l'un à l'autre exige de montrer que le sujet appartient bien à la population traitée au sens du plan (même distance, même type, même date d'exposition) et de reconnaître que la dispersion individuelle des effets, que la régression

n'estime pas, s'ajoute à l'incertitude. L'exemple intégral est favorable à bien des égards : le panel est cylindré, les cohortes sont nettes, le traitement est binaire et permanent, le groupe jamais traité est large, les tendances régionales sont les seules à différer et l'effet est connu. Sur des données réelles, les ventes ne forment pas un panel cylindré, le traitement est souvent continu (une distance, une intensité de risque), les effets s'installent dès l'annonce, les témoins peuvent être affectés par débordement, et l'on ne connaît jamais la vérité ; la robustesse à ces écarts doit être examinée cas par cas. Les intervalles rapportés supposent un nombre suffisant de grappes et des bootstraps par blocs ; avec quelques dizaines d'immeubles traités, ils restent larges, et l'honnêteté commande de les afficher. Les mises en œuvre de `traite.panel` sont volontairement simplifiées (pas de covariables dans l'estimateur par cohortes, base universelle, contrôle synthétique sans prédicteurs) ; pour un dossier contentieux, on validera les résultats avec des bibliothèques de référence, comme le script le fait pour le TWFE. Enfin, l'effet d'un traitement sur le revenu net n'est pas son effet sur la valeur : il faut encore passer par le taux de capitalisation (chapitre 29), qui peut lui aussi réagir au changement, et la question causale se pose alors deux fois.

À retenir

- Une question d'évaluation sur un changement est causale : elle oppose un résultat observé à un contrefactuel. L'ATT est la cible ; la différence brute entre exposés et non exposés s'en écarte du biais de sélection.
- Les effets fixes d'immeuble éliminent toute différence permanente ; l'estimateur within équivaut aux indicatrices et exige l'exogénéité stricte. Sur un panel, les erreurs-types sont en grappes au niveau du traitement.
- Les doubles différences identifient l'ATT sous tendances parallèles ; placebos et étude d'événement en éprouvent la plausibilité et révèlent la dynamique. La référence $k = -1$ et le choix des témoins font partie de l'hypothèse.
- En adoption échelonnée, le TWFE statique est une moyenne de comparaisons 2×2 à poids opaques, dont certaines utilisent des unités déjà traitées ; l'estimateur par cohortes de Callaway et Sant'Anna agrège explicitement des comparaisons propres.
- La discontinuité spatiale exploite une frontière ; le contrôle synthétique construit un témoin à poids positifs et s'infère par permutation. Chacun a son hypothèse et ses diagnostics.
- Sur le choc simulé du cas 4, les estimateurs à tendances parallèles régionales retrouvent l'effet déclaré à moins d'un écart-type ; les erreurs-types honnêtes sont de ± 3 à ± 5 points, et le rapport doit le dire.

Exercices

Exercice 36.1 — Doubles différences à la main ★

Dans un quartier desservi par une nouvelle gare, le logarithme moyen du loyer des immeubles situés à moins de 800 m est passé de 11,52 avant la mise en service à 11,64 après ; celui des immeubles situés entre 1,5 et 3 km, de 11,40 à 11,47. (a) Calculez l'estimateur 2×2 de l'équation (8.11) et convertissez-le en pourcentage. (b) Énoncez l'hypothèse qui en fait un effet causal et proposez un test placebo. (c) Pourquoi les immeubles situés entre 800 m et 1,5 km ont-ils été exclus ?

Exercice 36.2 — Transformation within sur un petit panel ★

Trois immeubles sont observés deux années. Le logarithme du revenu net et l'indicatrice d'une rénovation majeure sont : immeuble 1, (11,0 ; 0) puis (11,3 ; 1) ; immeuble 2, (11,6 ; 0) puis (11,7 ; 1) ; immeuble 3, (10,8 ; 0) puis (10,9 ; 0). (a) Calculez les données transformées within de l'équation (36.5) et l'estimateur de l'équation (36.6) (sans effets de période). (b) Comparez-le à la pente de la régression des moindres carrés ordinaires de y sur x sur les six observations, et expliquez l'écart par la corrélation entre l'effet fixe et la rénovation. (c) Que mesure encore l'estimateur within si les deux immeubles rénovés l'ont été parce que leurs revenus stagnaient ?

Exercice 36.3 — Grappes et facteur de Moulton ★★

(a) À l'aide de l'équation (36.8), calculez le facteur par lequel multiplier une erreur-type classique pour un panel de 42 trimestres par immeuble et une corrélation intra-immeuble de 0,5, puis de 0,9 ; refaites le calcul pour 8 trimestres et 0,5. (b) Dans le tableau 36.3, le rapport observé est de 4,9 pour la spécification RMR × trimestre : quelle corrélation intra-immeuble implicite cela suggère-t-il ? (c) Un traitement est attribué à l'échelle de quatre municipalités, chacune comptant 200 immeubles observés 10 ans. À quel niveau faut-il définir les grappes, et pourquoi la formule de l'équation (36.7) est-elle alors peu fiable ?

Exercice 36.4 — Lire une étude d'événement ★★

Une étude d'événement sur l'effet d'une nouvelle cartographie de zone inondable sur les prix donne, par rapport à l'année précédant la publication, des coefficients de $-0{,}01$, $-0{,}02$ et $-0{,}03$ pour $k = -4, -3, -2$, puis $-0{,}06$, $-0{,}07$, $-0{,}07$ et $-0{,}08$ pour $k = 0, \dots, 3$, avec des erreurs-types en grappes de 0,02. (a) Les coefficients pré-traitement sont-ils individuellement significatifs ? Dessinent-ils une pente, et dans quel sens ? (b) Qu'implique cette pente pour l'interprétation des coefficients post-traitement, et quelle correction la section 36.7 suggère-t-elle ? (c) Si la cartographie avait été annoncée deux ans avant sa publication, comment faudrait-il redéfinir la date de l'événement ?

Exercice 36.5 — Poids de Goodman-Bacon ★★

Un panel de $T = 20$ périodes compte deux cohortes de taille égale, traitées aux périodes 5 et 15, et aucune unité jamais traitée. (a) Calculez $\bar{D}_k$ et $\bar{D}_\ell$, puis la variance $\hat{V}^D$ de l'indicatrice de traitement doublement centrée (on pourra construire le tableau 2×20 des D_{it}). (b) Calculez les deux poids $s_{k\ell}$ et $s_{\ell k}$ de l'équation (36.14) et vérifiez qu'ils somment à un. (c) L'effet du traitement croît linéairement, $\delta(k) = 0{,}01\,(k+1)$; calculez l'espérance de $\hat{\beta}_{\ell k}$ par l'équation (36.15), celle de $\hat{\beta}_{k\ell}$ sous tendances parallèles, puis celle du TWFE, et comparez-la à l'ATT global.

Exercice 36.6 — Callaway et Sant'Anna à la main ★★★

Quatre périodes, une cohorte traitée à la période 3 formée de deux immeubles dont les logarithmes de revenu sont $(10{,}00; 10{,}05; 10{,}12; 10{,}20)$ et $(9{,}50; 9{,}56; 9{,}66; 9{,}72)$, et trois témoins jamais traités : $(10{,}20; 10{,}24; 10{,}27; 10{,}31)$, $(9{,}80; 9{,}85; 9{,}89; 9{,}92)$ et $(9{,}90; 9{,}93; 9{,}98; 10{,}01)$. (a) Calculez $\widehat{\mathrm{ATT}}(3,3)$ et $\widehat{\mathrm{ATT}}(3,4)$ par l'équation (36.16), puis l'effet moyen de la cohorte. (b) Calculez le placebo $\widehat{\mathrm{ATT}}(3,1)$ avec la même base et commentez. (c) Montrez que $\widehat{\mathrm{ATT}}(3,3)$ coïncide avec l'estimateur 2×2 des périodes 2 et 3, et expliquez en quoi la base universelle $g-1$ diffère d'une base « variable » $t-1$ pour les périodes pré-traitement.

Exercice 36.7 — Contrôle synthétique et bassin de donneurs ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch36_panel.py` et de `traite.panel.controle_synthetique`, refaites le contrôle synthétique de la cohorte A en restreignant le bassin aux donneurs de Montréal, puis aux donneurs hors Montréal, puis en déplaçant fictivement la mise en service à 2020T3 (placebo temporel). (a) Rapportez les poids, le RMSPE pré-traitement et l'effet moyen post-traitement de chaque variante et comparez-les au tableau 36.8 et à la vérité. (b) Quel bassin donne l'écart le plus faible à la vérité, et pourquoi n'est-ce pas un critère de choix sur données réelles ? (c) Rédigez, en 200 mots, la section « méthode et limites » d'un rapport qui utiliserait ce résultat pour justifier une plus-value de voisinage.

Pour aller plus loin

Angrist et Pischke (2009) reste l'introduction la plus vivante aux plans d'identification, avec un chapitre sur les données de panel et un autre sur les erreurs-types en grappes ; Cunningham (2021) en est le complément pédagogique, avec du code et des exemples, qui couvre les doubles différences, la discontinuité et le contrôle synthétique ; Imbens et Rubin (2015) fondent rigoureusement le cadre des résultats potentiels. Pour l'économétrie des panels, Wooldridge (2010) est la référence : effets fixes et aléatoires, exogénéité stricte, test de Hausman, inférence robuste. La littérature récente sur l'adoption échelonnée se lit dans l'ordre suivant : Goodman-Bacon (2021) pour la décomposition, Callaway et Sant'Anna

(2021) pour l'estimateur par cohortes, Sun et Abraham (2021) pour la version en régression des études d'événement, Chaisemartin et D'Haultfœuille (2020) pour les traitements réversibles, et Roth et al. (2023) pour la synthèse et les recommandations pratiques. Le contrôle synthétique est exposé dans Abadie et al. (2010), dont l'étude de cas californienne reste le modèle de présentation. Les applications immobilières à lire en premier sont Linden et Rockoff (2008) et Currie et al. (2015) pour la structure spatio-temporelle de l'exposition, puis, pour le Québec, Dubé et al. (2014), Dubé et al. (2017) et Dubé et al. (2024) sur la plus-value du transport collectif à Montréal, qui marient les doubles différences aux modèles spatiaux du chapitre 19 ; Elhorst (2014) traite des panels spatiaux proprement dits.

CHAPITRE 37

37

Apprentissage automatique et explicabilité

Les chapitres précédents de cette partie ont étendu le modèle hédonique dans trois directions : les indices et les ventes répétées (chapitre 35), les données de panel et l'identification causale (chapitre 36), et, plus tôt, la dépendance spatiale (chapitre 19). Toutes ces extensions gardent la forme d'une régression dont l'analyste écrit l'équation. Le présent chapitre examine ce qui se passe lorsqu'on renonce à écrire l'équation et qu'on laisse un algorithme la découvrir : arbres de régression, forêts aléatoires et *gradient boosting* sont aujourd'hui les méthodes les plus utilisées dans les modèles d'évaluation automatisés (AVM) des prêteurs, des portails immobiliers et de plusieurs administrations fiscales, et l'évaluateur agréé les rencontre à la fois comme outils et comme adversaires, lorsqu'une valeur produite par une « boîte noire » lui est opposée. L'objectif est double. Il s'agit d'abord de comprendre ces méthodes assez bien pour les estimer, les valider et en lire les hyperparamètres, ce qui exige une dérivation du boosting comme descente de gradient dans l'espace des fonctions et une discussion serrée de la validation croisée, en particulier lorsque les données sont organisées dans l'espace et dans le temps. Il s'agit ensuite de les rendre explicables, par les valeurs de Shapley, la dépendance partielle et l'importance par permutation, parce qu'une prédiction qu'on ne peut pas expliquer n'est pas une opinion de valeur au sens des normes professionnelles. L'exemple intégral oppose, sur les 600 ventes synthétiques du cas 1, le modèle hédonique de référence du chapitre 18 à une forêt et à deux algorithmes de boosting ; comme la loi qui a engendré ces ventes est connue et additive en logarithme, le lecteur verra l'hédonique bien spécifié l'emporter, puis, lorsqu'une non-linéarité déclarée est introduite dans le jeu, le boosting prendre l'avantage et l'explicabilité servir à respécifier le modèle économétrique. Les méthodes bayésiennes (chapitre 39) et la simulation (chapitre 40) complètent la partie.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- distinguer la prédiction de l'inférence, décomposer l'erreur de prédiction en biais et variance, et situer les arbres, les forêts aléatoires et le boosting dans cet arbitrage ;

- dériver le gradient boosting comme une descente de gradient fonctionnelle, lire ses hyperparamètres (profondeur, taux d'apprentissage, nombre d'arbres, sous-échantillonnage, taille des feuilles) et reconnaître le surapprentissage sur une courbe d'apprentissage ;
- concevoir une validation croisée honnête, aléatoire, spatiale par secteur et temporelle, repérer les fuites de données et mesurer la performance par la racine de l'erreur quadratique en logarithme, l'erreur absolue médiane et les statistiques de ratio de l'IAAO ;
- définir les valeurs de Shapley par leurs axiomes, les calculer pour un modèle d'arbres par TreeSHAP, produire et lire un graphique en essaim, une cascade pour un sujet, une courbe de dépendance partielle et une importance par permutation ;
- comparer, sur un même jeu de ventes, un modèle hédonique et des modèles d'arbres, comprendre pourquoi un modèle économétrique bien spécifié résiste et dans quelles conditions l'apprentissage gagne ;
- situer les modèles d'évaluation automatisés dans les normes de l'IAAO et dans le cadre québécois, et énoncer leurs limites : extrapolation hors support, dérive temporelle, équité et opacité devant un tribunal.

37.1 Prédire n'est pas estimer

37.1.1 Deux questions, deux critères

L'économétrie du chapitre 18 cherche des paramètres : l'élasticité de la superficie, la prime d'un secteur, la dépréciation annuelle. Elle juge un modèle à la précision et à l'absence de biais de ces paramètres, et les diagnostics qu'elle déploie (hétéroscédasticité, colinéarité, observations influentes) servent cette fin. L'apprentissage automatique supervisé pose une autre question : étant donné un vecteur de caractéristiques $\mathbf{x}$, quelle est la meilleure prédiction $\hat{f}(\mathbf{x})$ du prix d'un logement que l'on n'a pas encore vu ? Le critère est alors le **risque de prédiction** (en anglais *generalization error*), l'erreur attendue sur une nouvelle vente tirée de la même population,

$$R(f) = \mathrm{E}\left[\left(Y - f(\mathbf{X})\right)^2\right], \tag{37.1}$$

où l'espérance porte sur la loi jointe de $(\mathbf{X}, Y)$ et où Y est, dans tout ce chapitre, le logarithme du prix. Mullainathan et Spiess (2017) ont résumé la différence par une formule : l'économètre veut $\hat{\beta}$, l'apprentissage veut $\hat{y}$. La distinction n'est pas une opposition de camps mais une question de mandat. L'évaluateur qui dérive des ajustements pour une grille de comparaison (chapitre 17) a besoin de $\hat{\beta}$; celui qui produit une valeur pour le sujet, ou mille valeurs pour un rôle, a besoin de $\hat{y}$; et celui qui dépose une opinion de valeur devant un tiers a besoin des deux, parce qu'une prédiction sans explication n'est pas défendable. Athey et Imbens (2019) ont montré ce que l'économie peut retenir de ces méthodes : une discipline de validation hors échantillon que la régression classique néglige, des formes fonctionnelles flexibles, et des outils pour détecter l'hétérogénéité, dont les forêts causales de Wager et Athey (2018) sont l'exemple le plus abouti.

37.1.2 La décomposition biais-variance

Le risque (37.1) d'un estimateur $\hat{f}$ obtenu à partir d'un échantillon d'apprentissage se décompose, en un point $\mathbf{x}_0$, en trois termes :

$$\mathrm{E}\Big[\big(Y - \hat{f}(\mathbf{x}_0)\big)^2\Big] = \underbrace{\big(f(\mathbf{x}_0) - \mathrm{E}[\hat{f}(\mathbf{x}_0)]\big)^2}_{\text{biais}^2} + \underbrace{\mathrm{Var}\big(\hat{f}(\mathbf{x}_0)\big)}_{\text{variance}} + \underbrace{\sigma^2}_{\text{bruit}}, \tag{37.2}$$

où $f(\mathbf{x}) = \mathrm{E}[Y \mid \mathbf{X} = \mathbf{x}]$ est la vraie fonction de régression, l'espérance et la variance portant sur les échantillons d'apprentissage possibles. Le troisième terme est le bruit de transaction, irréductible, que le chapitre 18 a mesuré à $\sigma \approx 0{,}083$ sur le cas 1 et qu'aucun modèle ne peut abaisser. Les deux premiers s'échangent : un modèle rigide, comme une régression à peu de paramètres, a un biais possiblement élevé si sa forme est fausse mais une variance faible ; un modèle souple, comme un arbre profond, peut approcher n'importe quelle fonction mais sa prédiction en un point dépend fortement de l'échantillon tiré. Hastie et al. (2009) en font le fil conducteur de tout l'apprentissage statistique : les méthodes de ce chapitre sont des manières de réduire la variance d'un estimateur souple (moyennage, dans les forêts) ou de contrôler sa souplesse pas à pas (boosting avec rétrécissement), et la validation croisée est l'instrument qui mesure où l'on se trouve dans l'arbitrage. Une conséquence mérite d'être énoncée dès maintenant : si la vraie fonction est additive en logarithme, ce qui est le cas des ventes synthétiques du cas 1 et une approximation raisonnable de bien des marchés homogènes, le modèle semi-logarithmique du chapitre 18 a un biais nul et une variance minimale, et aucune méthode souple ne peut le battre en espérance ; elle ne peut que s'en approcher. C'est l'enseignement central de l'exemple intégral.

37.2 Arbres, forêts aléatoires et boosting

37.2.1 L'arbre de régression

Un **arbre de régression** (*regression tree*) partitionne l'espace des caractéristiques en M régions rectangulaires $R_1, \dots, R_M$ par une suite de divisions binaires, chacune portant sur une seule variable et un seul seuil, et prédit dans chaque région une constante, la moyenne des observations qui y tombent :

$$\hat{f}(\mathbf{x}) = \sum_{m=1}^{M} \hat{c}_m \, \mathbb{1}\{\mathbf{x} \in R_m\}, \qquad \hat{c}_m = \frac{1}{n_m} \sum_{i \,:\, \mathbf{x}_i \in R_m} y_i. \tag{37.3}$$

La construction est gloutonne : à chaque nœud, l'algorithme examine toutes les variables j et tous les seuils s et retient la division qui réduit le plus la somme des carrés des écarts,

$$(j^\ast, s^\ast) = \arg\min_{j,s} \left[\sum_{i \,:\, x_{ij} \le s} (y_i - \bar{y}_{\mathrm{g}})^2 + \sum_{i \,:\, x_{ij} > s} (y_i - \bar{y}_{\mathrm{d}})^2 \right], \tag{37.4}$$

où $\bar{y}_{\mathrm{g}}$ et $\bar{y}_{\mathrm{d}}$ sont les moyennes des deux groupes, puis recommence dans chaque fils jusqu'à ce qu'un critère d'arrêt soit atteint : profondeur maximale, nombre minimal d'observations par feuille, ou gain minimal. L'arbre a trois vertus pour l'évaluateur. Il est invariant aux transformations monotones des variables, de sorte qu'il est indifférent d'entrer la superficie

en mètres carrés ou en logarithme ; il capte naturellement les interactions, puisqu'une division sur l'âge dans la branche des maisons de qualité élevée agit différemment de la même division dans la branche des maisons modestes ; et il se lit comme un arbre de décision, ce que la figure 37.1 illustre sur les 600 ventes du cas 1. Il a un défaut rédhibitoire : sa variance. Deux échantillons voisins produisent des arbres aux divisions différentes dès la racine, et la prédiction en un point saute d'une constante à une autre. L'arbre de profondeur 3 de la figure, avec ses huit feuilles, prédit un même prix d'environ 473 000 $ pour toutes les maisons de 117 à 147 m² situées à moins de 25 kilomètres du centre, quels que soient leur âge, leur qualité et leur secteur, ce qui n'est évidemment pas la fonction de prix du chapitre 18, et son erreur hors échantillon le dit (section 37.5).

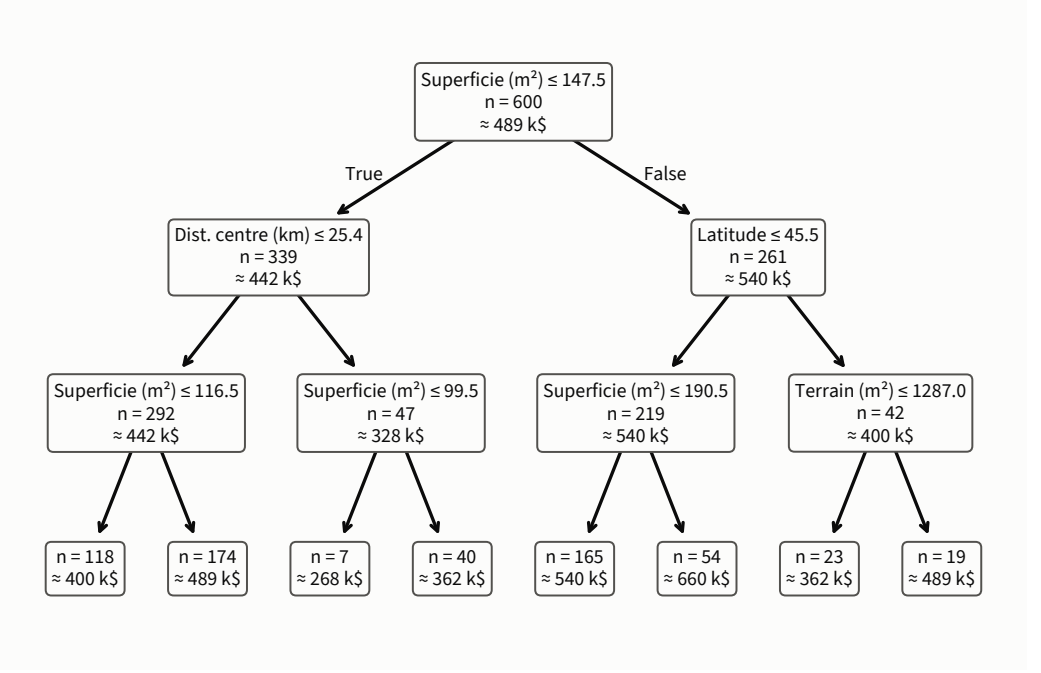


FIGURE 37.1. Arbre de régression de profondeur 3 estimé sur le logarithme du prix des 600 ventes du cas 1 (feuilles d'au moins cinq ventes). La première division porte sur la superficie habitable (147,5 m²), les suivantes sur la distance au centre, la latitude, de nouveau la superficie et le terrain ; chaque feuille prédit une constante, convertie ici en dollars. Huit prix possibles pour six cents maisons : l'arbre est lisible mais grossier.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch37_figures.py`, graine 20261031.

37.2.2 Moyenner des arbres : bagging et forêts aléatoires

Le remède à la variance d'un arbre est d'en estimer beaucoup et de les moyenner. Le *bagging* (*bootstrap aggregating*) tire B échantillons bootstrap de l'échantillon d'apprentissage, estime un arbre profond sur chacun et prédit par la moyenne des B prédictions. La **forêt aléatoire** (*random forest*) de BREIMAN (2001) ajoute une seconde source de hasard : à chaque division, seul un sous-ensemble de m variables tirées au hasard parmi les p disponibles est candidat. La raison tient à une identité élémentaire. Si les B arbres ont chacun une variance

σ_a^2 en un point et une corrélation deux à deux ρ, la variance de leur moyenne est

$$\operatorname{Var}\left(\frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\hat{f}_b(\mathbf{x}_0)\right) = \rho\,\sigma_a^2 + \frac{1-\rho}{B}\,\sigma_a^2. \tag{37.5}$$

Le second terme s'annule lorsque B croît ; le premier ne dépend que de la corrélation entre arbres. Or des arbres estimés sur des bootstraps du même échantillon se ressemblent, parce qu'ils choisissent presque tous les mêmes variables dominantes à la racine ; restreindre les variables candidates les décorrèle, au prix d'un léger biais pour chaque arbre, et abaisse le plancher $\rho\sigma_a^2$. C'est l'arbitrage biais-variance de l'équation (37.2) appliqué à l'ensemble. Les hyperparamètres d'une forêt sont donc le nombre d'arbres B, que l'on prend grand sans risque de surapprentissage puisque la moyenne converge, le nombre m de variables par division, souvent $p/3$ en régression, et la taille minimale des feuilles, qui règle la profondeur. Les observations laissées hors du bootstrap d'un arbre, dites *hors sac* (*out-of-bag*), fournissent une estimation gratuite de l'erreur de prédiction, qui joue le rôle d'une validation croisée interne. Hong et al. (2020) ont appliqué la forêt aléatoire à l'évaluation de masse des logements de Séoul, et Pace et Hayunga (2020) ont montré qu'arbres et forêts, appliqués aux résidus d'un modèle hédonique ou spatial, y détectent de l'information structurée que le modèle paramétrique a laissée : la forêt est aussi un diagnostic de spécification.

37.2.3 Le gradient boosting comme descente de gradient fonctionnelle

Le **boosting** procède à l'inverse du bagging : au lieu de moyenner des arbres profonds estimés indépendamment, il additionne séquentiellement des arbres peu profonds, chacun corrigeant les erreurs de la somme des précédents. Friedman (2001) en a donné l'interprétation qui fonde toutes les implémentations modernes : le boosting est une descente de gradient, non dans l'espace des paramètres, mais dans l'espace des fonctions. Soit une fonction de perte $L(y, F)$, par exemple le carré de l'erreur $\frac{1}{2}(y-F)^2$, et un modèle additif

$$F_M(\mathbf{x}) = F_0 + \sum_{m=1}^{M} \nu\, h_m(\mathbf{x}), \qquad F_0 = \bar{y}, \tag{37.6}$$

où chaque h_m est un arbre de régression de petite taille et $\nu \in (0, 1]$ un **taux d'apprentissage** (*learning rate*, ou rétrécissement). On cherche à minimiser le risque empirique $\sum_i L(y_i, F(\mathbf{x}_i))$ en F. Si l'on pouvait modifier librement les n valeurs $F(\mathbf{x}_i)$, la descente de gradient ferait un pas dans la direction opposée au gradient de la perte par rapport à ces valeurs, c'est-à-dire vers les **pseudo-résidus**

$$r_{im} = -\left.\frac{\partial L\big(y_i, F(\mathbf{x}_i)\big)}{\partial F(\mathbf{x}_i)}\right|_{F=F_{m-1}}, \qquad \text{soit } r_{im} = y_i - F_{m-1}(\mathbf{x}_i) \text{ pour la perte quadratique.} \tag{37.7}$$

Mais une fonction définie seulement aux n points d'apprentissage ne prédit rien ailleurs ; le boosting projette donc ce gradient sur une classe de fonctions, les arbres, en estimant h_m par moindres carrés sur les pseudo-résidus, puis fait le pas $F_m = F_{m-1} + \nu\, h_m$. Pour la perte quadratique, chaque itération ajuste simplement un petit arbre aux résidus courants ; pour la perte absolue ou la perte de Huber, les pseudo-résidus sont des signes ou des résidus tronqués, ce qui rend l'algorithme robuste aux ventes aberrantes, un avantage que le chapitre 14 fait

apprécier. Le taux d'apprentissage est le pas de la descente ; un petit pas exige plus d'arbres mais généralise mieux, parce que chaque arbre n'explique qu'une fraction des résidus et que l'ensemble ne s'ajuste pas au bruit d'un coup. Le sous-échantillonnage, qui estime chaque arbre sur une fraction tirée au hasard des observations (*stochastic gradient boosting*), ajoute une régularisation de même nature que le bagging. La profondeur des arbres fixe l'*ordre d'interaction* du modèle : des souches (profondeur 1) produisent un modèle strictement additif en les variables, des arbres de profondeur 2 admettent des interactions de deux variables, et ainsi de suite ; on verra à la section 37.8 que, sur un jeu engendré par une loi additive, les souches sont précisément le meilleur boosting, ce qui n'est pas un hasard.

Chen et Guestrin (2016) ont réécrit cette descente avec un développement au second ordre de la perte et une pénalité explicite sur la complexité des arbres ; c'est l'algorithme XGBoost. À l'itération m, l'objectif à minimiser en l'arbre h est

$$\mathcal{O}_m(h) = \sum_{i=1}^{n} \left[g_i\, h(\mathbf{x}_i) + \tfrac{1}{2} k_i\, h(\mathbf{x}_i)^2 \right] + \gamma\, T + \tfrac{1}{2}\lambda \sum_{t=1}^{T} w_t^2, \tag{37.8}$$

où g_i et k_i sont les dérivées première et seconde de la perte en $F_{m-1}(\mathbf{x}_i)$ (pour la perte quadratique, $g_i = F_{m-1}(\mathbf{x}_i) - y_i$ et $k_i = 1$), T le nombre de feuilles de l'arbre, w_t la valeur de la feuille t, et γ, λ des paramètres de régularisation. L'objectif étant quadratique en w_t, la valeur optimale de chaque feuille est $w_t^* = -\sum_{i\in t} g_i / (\sum_{i\in t} k_i + \lambda)$, et le gain d'une division qui sépare une feuille en une partie gauche G et une partie droite D s'écrit en forme fermée,

$$\text{Gain} = \frac{1}{2}\left[\frac{\left(\sum_{i\in G} g_i\right)^2}{\sum_{i\in G} k_i + \lambda} + \frac{\left(\sum_{i\in D} g_i\right)^2}{\sum_{i\in D} k_i + \lambda} - \frac{\left(\sum_{i\in G\cup D} g_i\right)^2}{\sum_{i\in G\cup D} k_i + \lambda} \right] - \gamma, \tag{37.9}$$

une division n'étant retenue que si son gain est positif. Avec $\lambda = \gamma = 0$ et la perte quadratique, ce gain est exactement la réduction de la somme des carrés de l'équation (37.4) appliquée aux résidus : XGBoost est le gradient boosting de Friedman muni d'une régularisation de type ridge sur les feuilles et d'une pénalité sur leur nombre. Le tableau 37.1 résume les trois familles et leurs hyperparamètres. La leçon pratique est que ces hyperparamètres ne sont pas des détails d'implémentation : la profondeur fixe les interactions que le modèle peut représenter, le taux d'apprentissage et le nombre d'arbres règlent conjointement la quantité de signal absorbée, la taille minimale des feuilles gouverne le comportement aux bords du support, et aucun ne se choisit autrement que par validation.

37.3 Validation, fuites de données et surapprentissage

37.3.1 La validation croisée et ce qu'elle estime

Le risque (37.1) n'est pas observable ; l'erreur sur l'échantillon d'apprentissage le sous-estime, d'autant plus que le modèle est souple, puisqu'un arbre assez profond reproduit chaque prix observé. La **validation croisée** à K plis partitionne les n observations en K groupes, estime le modèle K fois en excluant chaque groupe à tour de rôle et prédit les observations exclues par le modèle qui ne les a pas vues :

$$\widehat{R}_{\text{CV}} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{K} \sum_{i\in\mathcal{F}_k} \left(y_i - \hat{f}^{(-k)}(\mathbf{x}_i) \right)^2, \tag{37.10}$$

Tableau 37.1. Trois familles de modèles d'arbres : principe, hyperparamètres et comportement

	Arbre de régression	Forêt aléatoire	Gradient boosting
Principe	partition récursive, constante par feuille (37.3)	moyenne de B arbres profonds estimés sur des bootstraps avec $m < p$ variables candidates par division	somme de M petits arbres ajustés séquentiellement aux pseudo-résidus (37.7), pas ν
Référence	Hastie et al. (2009), chap. 9	Breiman (2001)	Friedman (2001) ; Chen et Guestrin (2016)
Hyperparamètres	profondeur ; taille min. des feuilles	B ; m ; taille min. des feuilles	M ; ν ; profondeur ; sous-échantillon ; taille min. des feuilles ; λ, γ (XGBoost)
Arbitrage biais-variance	variance très élevée	variance réduite par moyennage ; biais légèrement accru par $m < p$	biais réduit pas à pas ; variance contrôlée par ν, M et le sous-échantillonnage
Surapprentissage	dès que la profondeur croît	peu sensible à B ; sensible à la taille des feuilles	oui, si M trop grand pour ν ; arrêt précoce par validation
Interactions	toutes, implicitement	toutes	d'ordre $\leq$ profondeur
Extrapolation	constante hors support	constante hors support	constante hors support
Valeurs de référence (exemple)	profondeur 3, feuilles ≥ 5	500 arbres, $m = p/2$, feuilles ≥ 2	1 200 arbres de profondeur 2, $\nu = 0{,}03$, sous-échantillon 80 %, feuilles ≥ 5

Source : synthèse de l'auteur d'après les références citées ; valeurs de l'exemple : `analysis/python/cases/ch37_ml.py`.

où $\hat{f}^{(-k)}$ est estimé sans le pli $\mathcal{F}_k$. Chaque observation est prédite exactement une fois, hors échantillon, et la collection des n prédictions ainsi obtenues sert à toutes les métriques de la section 37.3.4. Le choix de K arbitre entre le biais (avec K petit, chaque modèle est estimé sur une fraction réduite des données et le risque est surestimé) et la variance et le coût de calcul ; $K = 10$ est la convention de l'ouvrage, et le chapitre 18 l'a déjà appliquée au modèle hédonique de référence, avec les mêmes dix plis que ceux de ce chapitre, tirés avec la graine 20261031 : la comparaison entre modèles porte donc sur des prédictions des mêmes ventes par des modèles estimés sur les mêmes sous-échantillons, ce qui élimine une source de bruit de la comparaison.

37.3.2 Les fuites de données

L'équation (37.10) n'estime le risque sur une nouvelle vente que si les plis reproduisent la situation dans laquelle le modèle sera utilisé. Toute information qui circule de l'échantillon de test vers l'échantillon d'apprentissage, et que le modèle n'aurait pas eue en situation réelle, est une **fuite de données** (*data leakage*), et elle rend la validation trop optimiste. Trois fuites menacent l'évaluation immobilière. La première est *temporelle* : un modèle estimé sur des ventes de 2023 à 2026 pour prédire des ventes de 2025 a vu l'avenir ; or l'usage réel est prospectif, le modèle estimé sur le passé prédisant le présent ou l'avenir proche, et la tendance des prix ne se prolonge pas d'elle-même dans un modèle d'arbres. La deuxième est *spatiale* : des ventes voisines partagent des attributs de voisinage non observés (chapitre 19), et si une vente de test a ses voisines immédiates dans l'échantillon d'apprentissage, le modèle, surtout s'il dispose des coordonnées, les retrouve et prédit bien ; mais le sujet d'une évaluation réelle n'a pas toujours un voisin vendu à cent mètres, et un modèle destiné à un secteur peu documenté doit être validé en lui retirant ce secteur. La troisième est une fuite par la *cible* : une variable construite à partir du prix, comme la valeur au rôle lorsque celle-ci a été ajustée sur les ventes connues, ou un indice de quartier calculé avec les prix de l'échantillon complet, transporte le prix de test dans les régresseurs. Dans un article qui a fait date en écologie mais dont la portée est générale, Roberts et ses coauteurs ont montré qu'avec des données structurées dans l'espace, le temps ou une hiérarchie, la validation croisée aléatoire surestime systématiquement la performance et que la validation par *blocs* respectant la structure est la seule honnête (Roberts et al. 2017). Ce chapitre met en œuvre trois schémas : dix plis aléatoires, qui mesurent la performance *interpolative* dans un marché bien documenté ; dix blocs spatiaux contigus, obtenus en coupant chaque secteur en deux par les k-moyennes sur les coordonnées, de sorte que chaque secteur reste représenté à l'estimation mais que le voisinage immédiat d'une vente testée ne l'est jamais ; et une partition temporelle, les 499 ventes de 2023 à 2025 prédisant les 101 ventes de 2026. La section 37.5 y ajoute, comme épreuve extrême, l'exclusion d'un secteur entier.

37.3.3 Surapprentissage et arrêt précoce

Le **surapprentissage** (*overfitting*) est la situation où un modèle continue d'améliorer son ajustement à l'échantillon d'apprentissage alors que son erreur hors échantillon se dégrade : il apprend le bruit. Pour le boosting, le phénomène se lit sur une *courbe d'apprentissage* qui porte l'erreur d'entraînement et l'erreur de validation croisée contre le nombre d'arbres, et la figure 37.2 en montre trois sur le cas 1, pour des arbres de profondeur 1, 2 et 4 avec $\nu = 0{,}03$. L'erreur d'entraînement décroît sans fin ; l'erreur de validation passe par un minimum puis

remonte, d'autant plus tôt que les arbres sont profonds : 367 itérations pour la profondeur 4, dont l'erreur d'entraînement finit à 0,012 pour une erreur de validation de 0,097 ; 730 pour la profondeur 2 ; au-delà de 1 200 pour les souches, dont le minimum, 0,089, est aussi le plus bas des trois. L'**arrêt précoce** (*early stopping*) consiste à retenir le nombre d'arbres qui minimise l'erreur de validation ; c'est l'hyperparamètre le plus important du boosting, et il se lit sur cette courbe. La droite pointillée est l'erreur de validation croisée du modèle hédonique de référence, 0,084 : aucun boosting ne l'atteint, et la section 37.5 dira pourquoi.

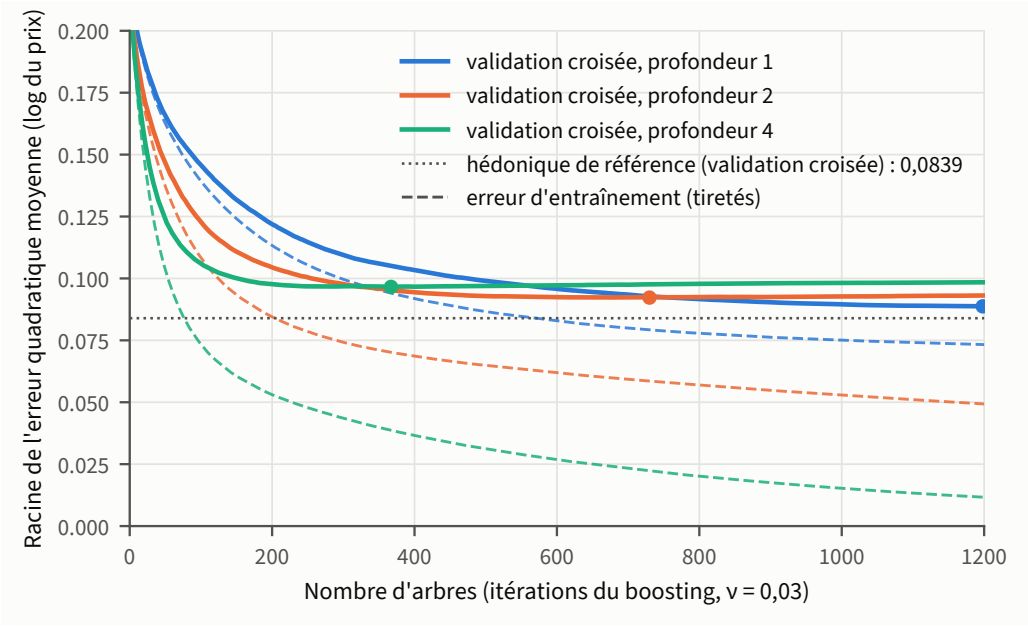


Figure 37.2. Courbes d'apprentissage du gradient boosting sur les 600 ventes du cas 1 : racine de l'erreur quadratique moyenne du logarithme du prix à l'entraînement (tiretés) et en validation croisée à dix plis (traits pleins) selon le nombre d'arbres, pour des arbres de profondeur 1, 2 et 4 ($\nu = 0{,}03$, sous-échantillon 80 %, feuilles d'au moins cinq ventes). Le point marque le minimum de l'erreur de validation. Plus les arbres sont profonds, plus tôt le modèle surapprend ; aucune courbe n'atteint l'erreur du modèle hédonique de référence (pointillé).
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch37_figures.py`, graine 20261031.

37.3.4 Les métriques

Les prédictions hors échantillon sont évaluées par des métriques qui répondent à des questions différentes. La racine de l'erreur quadratique moyenne en logarithme et l'erreur absolue médiane en pourcentage,

$$\mathrm{RMSE}_{\ln} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{y}_i - y_i\right)^2}, \qquad \mathrm{MdAPE} = \mathrm{méd}_i \left|\frac{\hat{P}_i - P_i}{P_i}\right|, \tag{37.11}$$

mesurent respectivement la dispersion typique de l'erreur, dans l'unité qui rend les erreurs comparables entre maisons chères et modestes, et l'erreur que subit la vente médiane, insensible aux ventes aberrantes ; la première se compare directement à l'écart-type résiduel $\hat{\sigma}$ du modèle hédonique et au bruit de génération, la seconde est celle que publient la plupart

des fournisseurs d'AVM. Les statistiques de ratio de l'IAAO, le coefficient de dispersion (COD), le différentiel relatif aux prix (PRD) et le biais relatif aux prix (PRB), définies aux équations (18.17) à (18.19) et calculées par `traite.hedonique.statistiques_ratio`, mesurent l'uniformité horizontale et verticale des ratios prédit/observé, et c'est en elles que le *Standard on Automated Valuation Models* exprime ses exigences (section 37.7). Les prédictions en niveau sont retransformées du logarithme avec la correction de Duan (18.15) ; pour les modèles d'arbres, dont les résidus d'apprentissage sont artificiellement petits, le facteur est estimé sur les résidus hors échantillon, ce qui donne 1,0034 pour l'hédonique, conforme au 1,00335 du chapitre 18, et de 1,0020 à 1,0078 pour les autres modèles. Enfin, le *biais moyen* en logarithme et la médiane des ratios détectent une erreur de niveau, que les métriques de dispersion ne voient pas et que la validation temporelle fera apparaître.

37.4 Explicabilité : valeurs de Shapley, dépendance partielle, permutation

37.4.1 La valeur de Shapley

Un modèle d'arbres n'a pas de coefficients. Pour dire ce qu'il a appris et pourquoi il prédit telle valeur pour tel logement, il faut des outils d'**explicabilité** (*explainability*) qui s'appliquent à toute fonction $\hat{f}$, quelle que soit sa forme. Le plus fondé théoriquement vient de la théorie des jeux coopératifs. Lloyd Shapley a posé en 1953 la question du partage équitable du gain d'une coalition entre ses membres (Shapley 1953) et a montré qu'une unique règle satisfait quatre axiomes.

Définition 37.1 : Valeur de Shapley

Soit un ensemble N de p joueurs et une fonction caractéristique $v : 2^N \to \mathbb{R}$ donnant le gain de chaque coalition, avec $v(\varnothing) = 0$. La valeur de Shapley du joueur j est sa contribution marginale moyenne sur toutes les façons d'ordonner les joueurs,

$$\phi_j(v) = \sum_{S \subseteq N \setminus \{j\}} \frac{|S|!\,(p - |S| - 1)!}{p!} \Big[v(S \cup \{j\}) - v(S) \Big]. \tag{37.12}$$

C'est l'unique règle de partage qui satisfait l'*efficacité* ($\sum_j \phi_j = v(N)$), la *symétrie* (deux joueurs interchangeables reçoivent la même part), le *joueur nul* (un joueur qui n'ajoute rien à aucune coalition reçoit zéro) et l'*additivité* (la part dans la somme de deux jeux est la somme des parts).

Lundberg et Lee (2017) ont montré que la plupart des méthodes d'explication locale proposées pour les modèles d'apprentissage sont des cas particuliers d'une même classe, les *explications additives*, et que la seule qui respecte les axiomes de Shapley est celle où les joueurs sont les variables, le gain d'une coalition S est la prédiction attendue lorsque seules les variables de S sont connues, $v(S) = \mathrm{E}[\hat{f}(\mathbf{X}) \mid \mathbf{X}_S = \mathbf{x}_S]$, et la valeur de base est la prédiction moyenne. Les **valeurs SHAP** (*SHapley Additive exPlanations*) $\phi_j(\mathbf{x})$ d'une

observation décomposent alors sa prédiction :

$$\hat{f}(\mathbf{x}) = \phi_0 + \sum_{j=1}^{p} \phi_j(\mathbf{x}), \qquad \phi_0 = \mathrm{E}[\hat{f}(\mathbf{X})]. \tag{37.13}$$

Dans un modèle en logarithme du prix, ϕ_j est la contribution de la variable j, en points de logarithme, à l'écart entre la prédiction du logement et la prédiction moyenne ; $\exp(\phi_j) - 1$ est l'effet en pourcentage, et la cascade des $\exp(\phi_j)$ depuis $\exp(\phi_0)$ reconstitue le prix prédit. L'analogie avec le modèle hédonique est exacte : dans un modèle linéaire en $\mathbf{x}$, la valeur SHAP de la variable j est $\hat{\beta}_j(x_j - \bar{x}_j)$, le prix implicite multiplié par l'écart à la moyenne, de sorte que SHAP généralise la décomposition « maison de référence plus contributions des écarts » du tableau 18.6 à des modèles sans coefficients. Le calcul exact de l'équation (37.12) exige 2^p coalitions, mais Lundberg et al. (2020) ont montré que, pour les modèles d'arbres, les valeurs SHAP se calculent exactement en temps polynomial en parcourant la structure des arbres : c'est l'algorithme **TreeSHAP**, qui fournit aussi les *valeurs d'interaction* SHAP, décomposant chaque ϕ_j en un effet principal et des effets partagés avec chaque autre variable. Deux lectures globales en découlent : l'*importance SHAP*, moyenne de $|\phi_j|$ sur l'échantillon, qui classe les variables par leur contribution absolue moyenne ; et le *graphique en essaim* (*beeswarm*), qui porte pour chaque variable les n valeurs ϕ_j colorées par la valeur de la variable, et montre donc à la fois l'ampleur et le sens de l'effet, ainsi que sa non-linéarité éventuelle. Pour un logement unique, la *cascade* (*waterfall*) ordonne les contributions depuis la base jusqu'à la prédiction ; c'est l'explication locale que l'évaluateur peut joindre à un rapport.

37.4.2 Dépendance partielle et importance par permutation

La **dépendance partielle** (*partial dependence*), introduite par Friedman (2001) avec le boosting, répond à une question différente : comment la prédiction varie-t-elle, en moyenne, lorsqu'une variable change et que les autres gardent leurs valeurs observées ?

$$\mathrm{PD}_j(z) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \hat{f}\big(z, \mathbf{x}_{i,-j}\big), \tag{37.14}$$

où $\mathbf{x}_{i,-j}$ désigne les autres variables de l'observation i. La courbe $z \mapsto \mathrm{PD}_j(z)$ est l'analogue, pour un modèle quelconque, de la courbe de prix selon la superficie que le chapitre 18 a tracée pour quatre formes fonctionnelles (figure 18.2) ; pour un modèle additif, elle coïncide, à une constante près, avec la composante de la variable. Elle a deux limites, que Molnar (2025) discute : elle moyenne, et peut donc masquer une interaction (deux sous-populations aux effets opposés donnent une courbe plate), ce à quoi remédient les courbes individuelles d'espérance conditionnelle (ICE), une par observation ; et elle évalue le modèle en des combinaisons de variables qui n'existent pas dans les données lorsque la variable j est corrélée aux autres, par exemple une maison de 260 m² sur un terrain de 200 m², ce qui est une forme d'extrapolation. L'**importance par permutation**, due aussi à Breiman (2001), mesure de combien l'erreur de prédiction augmente lorsque les valeurs d'une variable sont mélangées au hasard entre les observations, ce qui rompt son lien avec la cible tout en préservant sa distribution :

$$\mathrm{IP}_j = \mathrm{E}\left[L\big(Y, \hat{f}(\mathbf{X}^{(\pi_j)})\big)\right] - \mathrm{E}\left[L\big(Y, \hat{f}(\mathbf{X})\big)\right], \tag{37.15}$$

où $\mathbf{X}^{(\pi_j)}$ est la matrice des régresseurs dont la colonne j a été permutée. Elle est mesurée ici hors échantillon, dans chaque pli de validation, ce qui évite d'attribuer de l'importance à des variables que le modèle utilise pour mémoriser le bruit. Sa limite est la même que celle de la dépendance partielle : lorsque deux variables sont fortement corrélées, permuter l'une crée des observations impossibles et le modèle peut reporter l'information sur l'autre, de sorte que l'importance se partage entre elles de façon instable. L'exemple en donne une illustration nette : les coordonnées, la distance au centre et les indicatrices de secteur portent la même information de localisation, et le boosting l'attribue presque entièrement aux coordonnées, au point que les indicatrices de secteur, qui sont le mécanisme même de la loi de génération, reçoivent une importance nulle. L'explicabilité décrit ce que le modèle fait, pas ce que le marché fait ; la différence est au cœur de la section 37.9.

37.5 Exemple intégral : hédonique, forêt et boosting sur le cas 1

Données synthétiques

Les 600 ventes du cas 1 (`data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv`) sont fictives, engendrées par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon la loi semi-logarithmique additive déclarée dans `data/synthetic/README.md` et rappelée au chapitre 18 : élasticité de 0,55 pour la superficie habitable, 0,10 pour le terrain, polynôme d'âge, effets proportionnels de la qualité et des équipements, primes de secteur calibrées sur les médianes de l'APCIQ (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c), gradient de distance au-delà de 3 km, tendance temporelle, bruit normal d'écart-type 0,085. Aucune interaction ni rupture n'y figure : c'est ce qui rend l'hédonique bien spécifié imbattable en espérance et ce qui fait de la section 37.6, où une interaction et une rupture déclarées sont ajoutées, un contrepoint nécessaire. Les régresseurs offerts aux modèles d'arbres sont les variables brutes (superficie, terrain, âge, qualité, garage, sous-sol, piscine, type, distance au centre, latitude, longitude, mois depuis la date de référence, cinq indicatrices de secteur), sans transformation. Tous les chiffres de cette section et de la suivante sont imprimés par `analysis/python/cases/ch37_ml.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch37.py` ; les modèles proviennent de scikit-learn 1.6 et de xgboost 3.2, les valeurs SHAP de shap 0.48 (TreeSHAP appliqué au gradient boosting de scikit-learn, la bibliothèque shap ne lisant pas encore le format des modèles de xgboost 3.2). Les plis aléatoires sont ceux de `ch18_hedonique.validation_croisee`.

Exemple 37.1 : Cinq modèles, trois validations, un sujet

L'exemple procède en cinq étapes : comparaison des modèles en validation croisée aléatoire ; validation spatiale et temporelle ; exclusion d'un secteur ; explication du boosting par SHAP, dépendance partielle et permutation ; prédiction du sujet par chaque modèle avec sa cascade SHAP.

Étape 1 : validation croisée aléatoire. Le tableau 37.2 rapporte, pour les cinq modèles et les mêmes dix plis, les métriques de la section 37.3.4. Le modèle hédonique de référence reproduit exactement les chiffres du chapitre 18 : racine de l'erreur quadratique moyenne de 0,0839 en logarithme et de 40 889 $ en niveau, erreur absolue médiane de 5,7 %, COD de 6,83, PRD de 1,007, PRB de −0,059. L'arbre seul est loin derrière (0,147 ; COD 11,6) : huit constantes ne décrivent pas un marché, et son COD sort même de la plage de 5 à 10 que l'IAAO admet pour l'unifamilial homogène. La forêt aléatoire réduit l'erreur à 0,107 (COD 8,64), ce qui est la réduction de variance de l'équation (37.5) à l'œuvre ; le gradient boosting fait mieux, 0,093 (COD 7,42), et XGBoost légèrement mieux encore, 0,092 (COD 7,33), la régularisation des feuilles l'aidant un peu. Mais aucun n'approche l'hédonique, et l'écart n'est pas un détail : l'erreur quadratique du meilleur modèle d'arbres est de 20 % supérieure à celle de la régression, et son COD de plus d'un demi-point. La figure 37.3 montre la distribution des erreurs et la figure 37.4 les nuages prédit-observé. Deux traits méritent l'attention au-delà des moyennes. D'abord la *régressivité* : le PRB de la forêt est de −0,196 et celui du boosting de −0,088, contre −0,059 pour l'hédonique, et les PRD sont de 1,015 et 1,009 ; les modèles d'arbres surestiment les maisons modestes et sous-estiment les maisons chères, parce que leurs feuilles sont des moyennes locales qui tirent les extrêmes vers le centre, et parce qu'ils ne peuvent prédire au-delà du plus grand prix observé dans une feuille. Le chapitre 18 a montré qu'une part du PRB négatif est mécanique ; la part supplémentaire est ici propre aux arbres, et c'est précisément le genre d'iniquité verticale que le Standard on Ratio Studies demande de surveiller. Ensuite le niveau : les médianes des ratios sont toutes comprises entre 0,998 et 1,012, donc aucun modèle n'est biaisé en moyenne dans ce schéma, ce qui ne sera plus vrai en validation temporelle.

Étape 2 : validation spatiale et temporelle. Les colonnes de droite du tableau 37.2 rapportent les deux schémas qui respectent la structure des données. En blocs spatiaux stratifiés par secteur, chaque vente est prédite par un modèle qui n'a vu aucune vente de son demi-secteur ; toutes les erreurs augmentent, mais inégalement : l'hédonique passe de 0,0839 à 0,0857 (COD 7,00), parce que ses indicatrices de secteur restent estimées sur l'autre moitié du secteur et que sa structure additive ne dépend pas du voisinage ; le boosting passe de 0,093 à 0,097 (COD 7,62) et la forêt de 0,107 à 0,112 (COD 8,96), parce que ces modèles avaient tiré une partie de leur performance aléatoire du voisinage immédiat, par les coordonnées, information qui leur est désormais retirée. La validation aléatoire surestimait donc légèrement leur performance, comme l'annonçait la section 37.3. La partition temporelle est plus sévère encore et révèle une faiblesse structurelle. Les 101 ventes de 2026 prédites par des modèles estimés sur 2023-2025 ont, avec l'hédonique, une erreur de 0,0855 et un biais moyen de −1,0 % (médiane des ratios 0,988) : la tendance linéaire estimée sur le passé se prolonge et, dans ce jeu, elle est vraie. Les modèles d'arbres, eux, ne peuvent pas extrapoler : au-delà du dernier mois observé, ils prédisent la constante de la feuille extrême, et leur biais est de −3,4 % pour le boosting, −6,0 % pour la forêt et −8,5 % pour l'arbre, avec des médianes de ratios de 0,966, 0,934 et 0,931, sous la plage de 0,90 à 1,10 pour l'arbre et très près de sa borne pour la forêt. Le biais s'aggrave au fil des mois : pour le boosting, il va de −4,2 % en janvier 2026 à −7,6 % en août, tandis que celui de l'hédonique oscille entre −3 et +1 % sans tendance. Deux remèdes s'imposent et le tableau 37.3 les mesure. Le premier est

de retirer le temps du modèle d'arbres et de l'estimer séparément : un boosting estimé sur $\ln P - \hat{\beta}_{\text{mois}}$ mois, la tendance étant celle de l'hédonique estimé sur l'échantillon d'apprentissage (0,342 % par mois), puis la tendance rajoutée, ramène le biais à −1,8 % et l'erreur à 0,093 ; c'est la logique des AVM de production, qui séparent l'indice de marché du modèle de niveau (chapitre 35). Le second est de régler la taille minimale des feuilles : avec des feuilles d'une seule vente, la feuille extrême du temps est estimée sur une poignée d'observations, quatorze ventes se situent au-delà du dix-septième mois dans l'échantillon d'apprentissage, et le biais du boosting sur 2026 atteint −13,4 % ; avec des feuilles d'au moins cinq ventes, celui du modèle de référence, il est de −3,4 %. Un hyperparamètre qui ne change presque rien en validation aléatoire (0,0931 dans les deux cas, tableau 37.8) change tout au bord du support.

Étape 3 : un secteur exclu. Le tableau 37.4 pousse la logique spatiale à l'extrême en retirant un secteur entier à l'estimation et en lui demandant une prédiction. Le modèle hédonique n'a, par construction, aucune information sur un secteur absent : son indicatrice est retirée et le secteur est prédit au niveau du secteur de référence (Hull, ou Gatineau lorsque c'est Hull qui est exclu), ce qui est un *jugement* de l'analyste, non un résultat du modèle. Les biais qui en résultent sont exactement les primes de secteur omises : +23,4 % pour Buckingham et +26,1 % pour Masson-Angers, dont les prix sont bien inférieurs à ceux de Hull, −5,9 % pour Aylmer, et presque rien pour Gatineau, dont la médiane est proche de celle de Hull ; le COD global monte à 10,44. Les modèles d'arbres, qui disposent des coordonnées et de la distance au centre, font implicitement le jugement que l'analyste a dû faire explicitement : ils situent Masson-Angers près de Buckingham et à grande distance du centre, et prédisent un niveau intermédiaire. Le boosting a un biais de −0,6 % sur Buckingham et de +7,2 % sur Masson-Angers, mais de −6,8 % sur Gatineau et −7,1 % sur Aylmer, que leur position géographique n'aide pas à distinguer de leurs voisins moins chers ; son COD global est de 8,59, meilleur que celui de l'hédonique dans ce schéma, et celui de la forêt de 10,21. Aucun modèle n'est bon : prédire un sous-marché sans y observer de vente est une extrapolation, et le mieux que l'on puisse dire du boosting est que son extrapolation géographique est moins fausse, ici, que le choix d'un secteur de référence. L'évaluateur retiendra que la question « ce modèle peut-il prédire là où il n'a pas de données ? » appelle une réponse par la validation, non par la confiance, et que la réponse dépend du modèle, du secteur et de la géographie des prix.

Étape 4 : expliquer le boosting. La figure 37.5 présente le graphique en essaim des valeurs SHAP du gradient boosting estimé sur les 600 ventes, et le tableau 37.5 compare l'importance SHAP et l'importance par permutation. La base ϕ_0 vaut 13,0732, soit la moyenne des logarithmes des prix, dont l'exponentielle est 476 010 $: c'est la « vente moyenne » du jeu, une maison de 145 m² et 42 ans vendue au printemps 2024. La superficie domine (importance moyenne de 0,111 en logarithme), suivie de l'âge (0,043), du mois de vente (0,040), de la longitude (0,032), de la qualité (0,031), de la distance au centre (0,027) et de la latitude (0,027) ; le terrain, le garage, le type et le sous-sol suivent ; la piscine est faible et les cinq indicatrices de secteur sont pratiquement nulles (au plus 0,0016). Ce dernier résultat est instructif : la loi de génération contient des primes de secteur de −20 à +11 %, et le modèle les a parfaitement apprises, mais il les a lues dans les coordonnées et la distance au centre, qui portent la même information

de façon continue et se prêtent mieux aux divisions binaires ; l'importance d'une variable mesure son usage par le modèle, non son rôle dans le marché, et deux variables redondantes se partagent l'importance de façon arbitraire. La colonne de permutation confirme le classement, avec une concentration encore plus marquée sur la superficie (accroissement de l'erreur quadratique de 0,0348, quatre fois l'erreur de base de 0,0087), ce qui signifie que la superficie est la seule variable sans substitut dans le modèle. L'essaim montre le sens des effets : les grandes superficies à droite, les âges élevés à gauche, les ventes récentes à droite ; la coloration de la longitude est révélatrice, les longitudes les plus à l'est (Buckingham et Masson-Angers) ayant des valeurs SHAP négatives et les plus à l'ouest (Aylmer) positives, de sorte que la variable « longitude » est devenue, dans ce modèle, le codage de la prime de secteur. La figure 37.6 trace la dépendance partielle de la superficie et de l'âge pour l'hédonique, la forêt, le boosting et la loi de génération elle-même, toutes centrées. Pour la superficie, les trois modèles suivent la courbe vraie à moins de quatre points de logarithme près entre 100 et 220 m², là où se trouvent neuf ventes sur dix, et à moins de six points aux extrémités ; la forêt s'aplatit au-dessous de 100 m² et au-dessus de 220 m², où elle n'a presque plus de ventes et où ses feuilles moyennent des maisons de tailles différentes, ce qui est la source de sa régressivité. Pour l'âge, le boosting reproduit la courbe en U très ouvert du polynôme de génération, mais par paliers, et la forêt la lisse davantage. L'explicabilité joue ici son rôle de diagnostic : elle montre que le boosting a appris la bonne forme, qu'il n'a trouvé aucune interaction notable (la plus forte valeur d'interaction SHAP moyenne, superficie et latitude, vaut 0,003, soit un trentième de l'effet principal de la superficie), et donc qu'un modèle additif en logarithme est suffisant pour ce marché. C'est exactement la conclusion que le chapitre 18 tirait de ses diagnostics, obtenue ici sans écrire d'équation.

Étape 5 : le sujet. Le tableau 37.6 rapporte la prédiction du sujet du cas 1, le cottage de 165 m² construit en 1998 à Hull évalué au 1er septembre 2026, par chaque modèle estimé sur les 600 ventes. L'hédonique prédit 637 953 $ avec la correction de Duan en échantillon du chapitre 18 (638 011 $ avec le facteur hors échantillon de ce chapitre) ; XGBoost prédit 613 976 $, le boosting 605 825 $, la forêt 586 818 $ et l'arbre 549 573 $. Tous les modèles d'arbres se situent sous l'hédonique, de 3,8 à 13,9 %, et l'ordre est celui de la souplesse des modèles. Deux mécanismes expliquent l'écart. Le premier est la compression vers la moyenne déjà vue : le sujet est une maison au-dessus de la médiane du marché (479 250 $), vendue à la date la plus récente du jeu, et les feuilles qui le concernent moyennent des maisons un peu plus petites et un peu plus anciennes. Le second est temporel : la date d'évaluation, septembre 2026, est postérieure d'un mois à la dernière vente observée, et les modèles d'arbres lui appliquent la valeur de la feuille extrême du temps, où l'hédonique prolonge sa tendance ; la section 37.5 a mesuré à quelques points de pourcentage ce que cette différence coûte sur les ventes de 2026. La figure 37.7 donne la cascade SHAP du sujet pour le boosting, et le tableau 37.6 en détaille les contributions. Partant de la vente moyenne à 476 010 $, la date de vente ajoute +10,4 % ($\phi = 0{,}0986$), la superficie +9,1 % (0,0871), l'âge, inférieur à la moyenne de 42 ans, +3,3 % (0,0322), la longitude, celle de Hull, +1,3 %, le garage, le type à étages et le sous-sol fini de +0,6 à +0,8 % chacun, tandis que le terrain de 620 m², inférieur à la moyenne de 683 m², retranche 1,3 % ; la qualité moyenne, la latitude, l'absence de

piscine et les indicatrices de secteur contribuent ensemble pour moins de 0,1 %. La somme des ϕ_j est de 0,2391, et $\exp(13{,}0732 + 0{,}2391) = 604\,595$ \$ est la prédiction brute, que le facteur de Duan de 1,0020 porte à 605 825 \$: l'axiome d'efficacité est vérifié à 10^{-13} près par le script. La comparaison avec le tableau 18.6 est éclairante. Le modèle hédonique dit que le garage *vaut* 21 031 \$ au sujet, parce que son coefficient est un prix implicite marginal ; la cascade SHAP dit que le garage *contribue* pour +0,8 %, soit environ 4 800 \$, à l'écart entre le sujet et la vente moyenne, parce que la vente moyenne a déjà 0,7 place de garage et que la contribution est mesurée par rapport à elle. Les deux lectures sont correctes et ne répondent pas à la même question ; confondre une valeur SHAP avec un ajustement de grille est l'erreur la plus fréquente dans l'usage de ces outils en évaluation.

Tableau 37.2. Cinq modèles sur les 600 ventes du cas 1 : performance hors échantillon selon trois schémas de validation (données synthétiques)

	Plis aléatoires (10)				Blocs spatiaux (10)		Prospectif (2026, $n = 101$)		
Modèle	$\text{RMSE}_{\ln}$	MdAPE (%)	COD	PRB	$\text{RMSE}_{\ln}$	COD	$\text{RMSE}_{\ln}$	Biais	COD
Hédonique (référence)	0,083 9	5,68	6,83	−0,059	0,085 7	7,00	0,085 5	−0,010	6,96
Arbre (profondeur 3)	0,146 8	9,85	11,63	−0,228	0,153 7	12,12	0,173 7	−0,085	12,35
Forêt aléatoire	0,106 7	7,52	8,64	−0,196	0,112 0	8,96	0,128 3	−0,060	9,47
Gradient boosting	0,093 1	6,22	7,42	−0,088	0,096 7	7,62	0,095 0	−0,034	7,41
XGBoost	0,092 1	6,09	7,33	−0,081	0,094 8	7,53	0,093 7	−0,029	7,50

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch37_ml.py` ; plis aléatoires identiques à ceux du chapitre 18. $\text{RMSE}_{\ln}$: racine de l'erreur quadratique moyenne du logarithme ; biais : erreur moyenne du logarithme. En plis aléatoires, la RMSE en dollars (retransformation de Duan, facteur hors échantillon) vaut 40 889 (hédonique), 70 779 (arbre), 52 058 (forêt), 45 644 (boosting) et 45 221 \$ (XGBoost) ; les PRD valent 1,007 ; 1,021 ; 1,015 ; 1,009 ; 1,009. Hyperparamètres au tableau 37.1.

Tableau 37.3. Validation prospective (ventes de 2026 prédites à partir de 2023-2025) : l'extrapolation temporelle et ses remèdes (données synthétiques)

Modèle ($n_{\text{test}} = 101$)	$\text{RMSE}_{\ln}$	Biais (%)	Ratio médian	COD
Hédonique de référence (tendance linéaire prolongée)	0,085 5	−1,0	0,988	6,96
Gradient boosting, feuilles ≥ 5 (référence)	0,095 0	−3,4	0,966	7,41
Gradient boosting, feuilles ≥ 1	0,163 1	−13,4	—	8,02
Gradient boosting détendancé ($\ln P - \hat{\beta}_{\text{mois}}$ mois, tendance rajoutée)	0,092 8	−1,8	—	7,44
Forêt aléatoire	0,128 3	−6,0	0,934	9,47
Arbre (profondeur 3)	0,173 7	−8,5	0,931	12,35

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch37_ml.py`. Biais : erreur moyenne du logarithme, en points de pourcentage ; $\hat{\beta}_{\text{mois}} = 0{,}00342$ estimé sur les 499 ventes de 2023-2025 ; 14 ventes d'apprentissage sont postérieures au dix-septième mois.

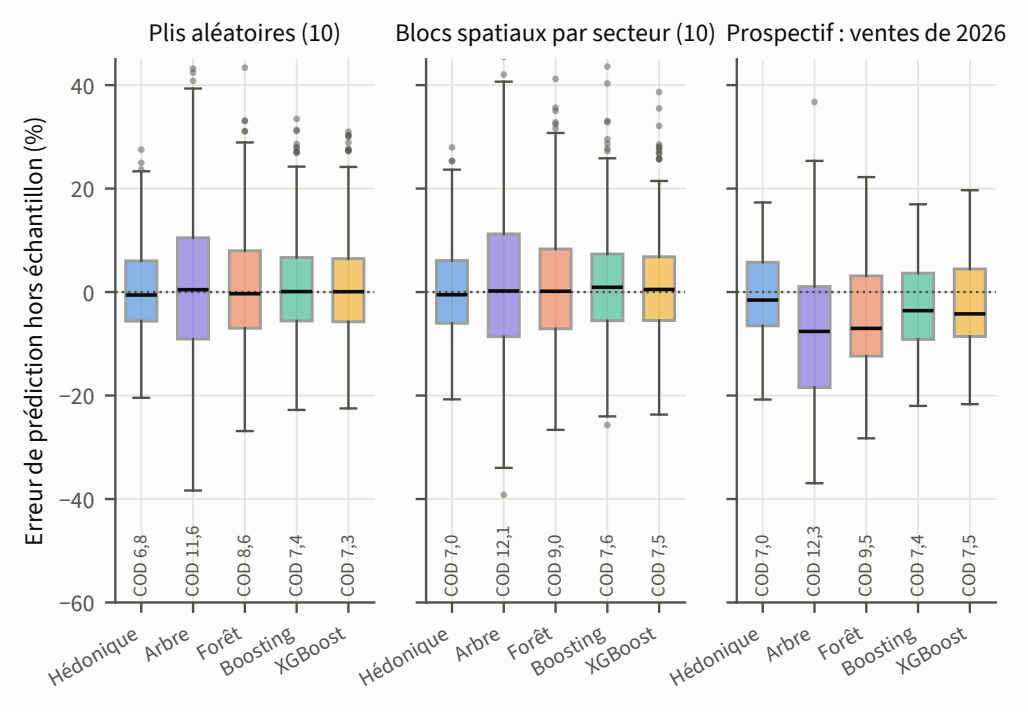


Figure 37.3. Distribution des erreurs de prédiction hors échantillon (en pourcentage du prix observé) des cinq modèles, pour les trois schémas de validation ; le COD figure au-dessus de chaque boîte. Les boîtes s'élargissent de l'hédonique à l'arbre ; en validation prospective, les médianes des modèles d'arbres glissent sous zéro parce qu'ils ne prolongent pas la tendance du marché.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch37_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 37.4. Un secteur exclu à la fois : biais moyen de la prédiction (points de pourcentage du logarithme) et COD global (données synthétiques)

Modèle	Hull	Gatineau	Aylmer	Buckingham	Masson-Angers	COD
Hédonique (secteur exclu = référence)	−2,3	1,1	−5,9	23,4	26,1	10,44
Arbre (profondeur 3)	−1,2	−20,7	−6,7	−2,5	12,9	15,65
Forêt aléatoire	−1,0	−4,9	−8,5	2,5	12,8	10,21
Gradient boosting	1,3	−6,8	−7,1	−0,6	7,2	8,59
XGBoost	1,0	−6,7	−8,3	−2,2	10,2	8,87
Prime de secteur vraie (log, vs Hull)	0,0	−2,1	11,0	−18,4	−20,4	

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch37_ml.py`. Hédonique : l'indicatrice du secteur exclu est retirée et le secteur est prédit au niveau de Hull (ou de Gatineau lorsque Hull est exclu) ; les biais de Buckingham et de Masson-Angers sont, au bruit près, l'opposé des primes omises.

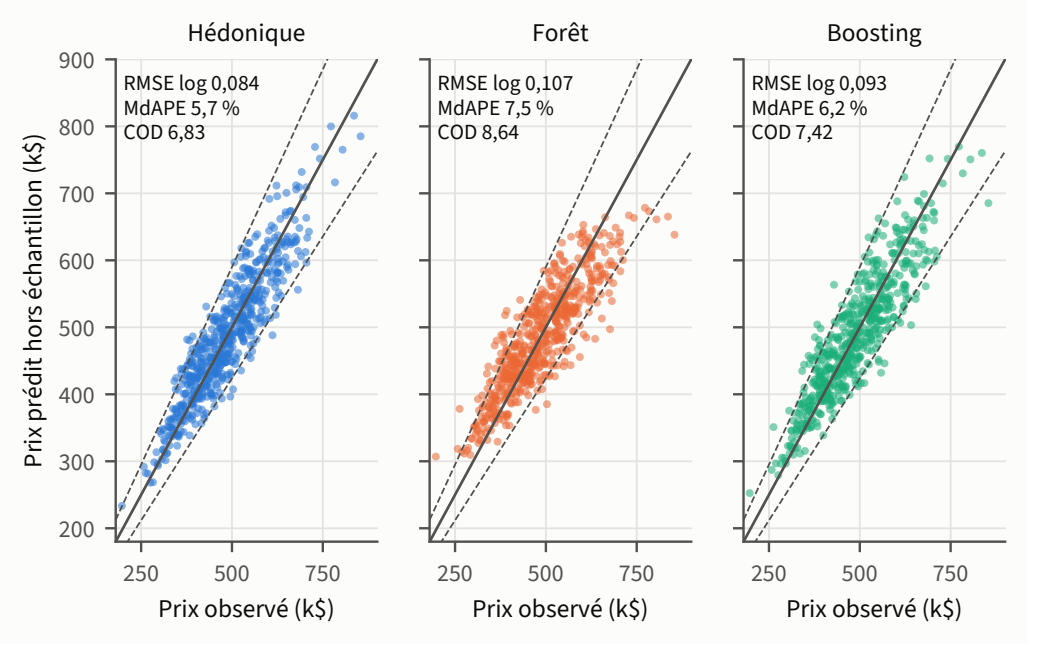


FIGURE 37.4. Prix prédit hors échantillon (plis aléatoires, correction de Duan) contre prix observé pour l'hédonique de référence, la forêt aléatoire et le gradient boosting, avec la diagonale et les bandes à ±18 %. Le nuage de la forêt est le plus large et s'incurve aux extrémités, signe de la compression des prédictions vers la moyenne que mesure son PRB.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch37_figures.py`, graine 20261031.

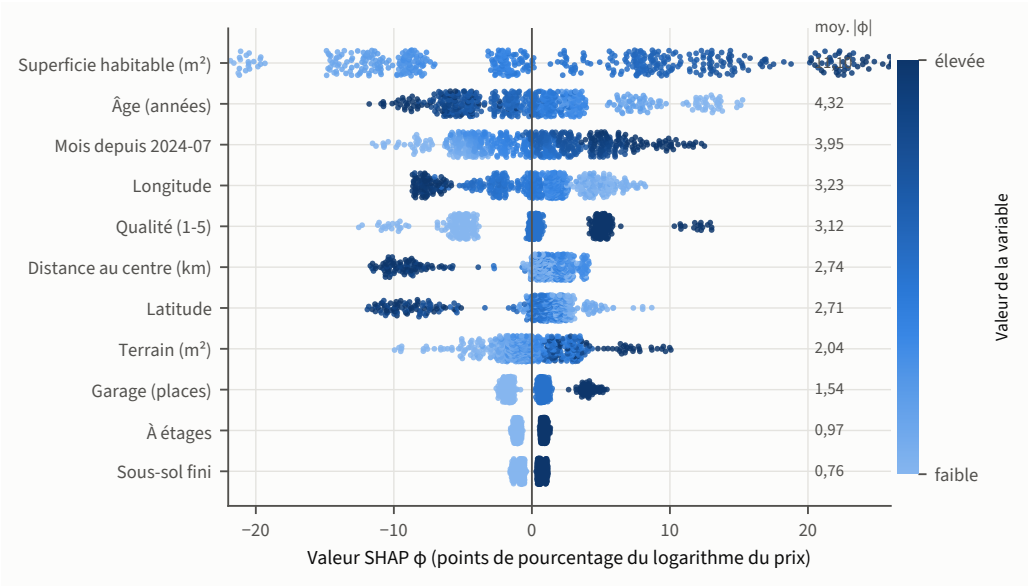


Figure 37.5. Valeurs SHAP (TreeSHAP) des 600 ventes pour le gradient boosting estimé sur l'ensemble du jeu, onze variables les plus importantes, classées par la moyenne de $|\phi|$ (colonne de droite, en points de pourcentage du logarithme) ; chaque point est une vente, colorée selon la valeur de la variable. La superficie domine ; la longitude et la distance au centre ont absorbé les primes de secteur, dont les indicatrices n'apparaissent pas.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch37_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 37.5. Importance des variables dans le gradient boosting : moyenne de $|\phi|$ (SHAP) et importance par permutation hors échantillon (données synthétiques)

Variable	SHAP, moy. $\lvert\phi\rvert$	Permut., ΔEQM	Forêt, ΔEQM	Lecture
Superficie habitable	0,111 0	0,034 8	0,030 0	dominante et sans substitut
Âge	0,043 2	0,006 1	0,003 7	courbe en U très ouvert
Mois de vente	0,039 5	0,004 6	0,003 3	tendance, apprise par paliers
Longitude	0,032 3	0,004 2	0,002 7	codage est-ouest des secteurs
Qualité	0,031 2	0,004 2	0,001 3	effet proportionnel
Distance au centre	0,027 4	0,002 8	0,002 3	redondante avec les coordonnées
Latitude	0,027 1	0,003 9	0,003 1	idem
Terrain	0,020 4	0,001 9	0,001 3	élasticité faible
Garage	0,015 4	$< 0{,}002$	$< 0{,}002$	
À étages ; sous-sol ; piscine	0,0097 ; 0,0076 ; 0,0038	$< 0{,}002$	$< 0{,}002$	
Indicatrices de secteur (5)	$\leq 0{,}0016$	≈ 0	≈ 0	absorbées par lat., long., distance

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch37_ml.py`. Permutation : accroissement de l'erreur quadratique moyenne du logarithme en validation croisée à dix plis, dix permutations par pli ; erreur de base 0,0087 (boosting) et 0,0114 (forêt).

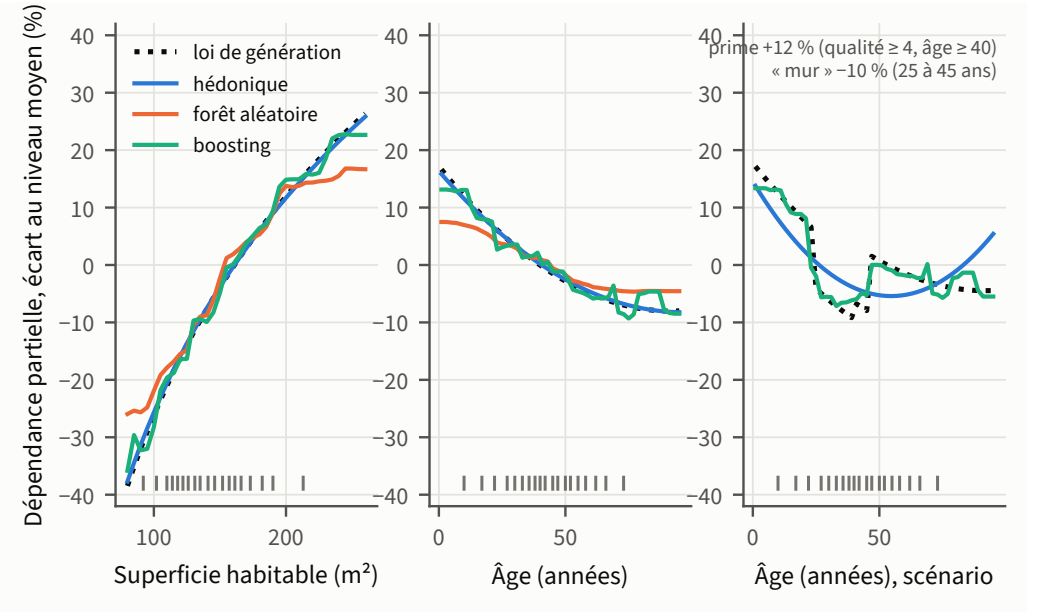


Figure 37.6. Dépendance partielle du logarithme du prix, centrée, selon la superficie habitable (gauche) et l'âge (centre) pour l'hédonique de référence, la forêt aléatoire, le gradient boosting et la loi de génération ; à droite, l'âge dans le scénario non linéaire de la section 37.6, où la loi contient un « mur » de −10 % entre 25 et 45 ans et une prime de +12 % pour les maisons de qualité élevée de plus de 40 ans : le boosting suit la rupture, le polynôme hédonique ne le peut pas. Les traits sous les courbes marquent les vingtiles de la distribution observée.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch37_figures.py`, graine 20261031.

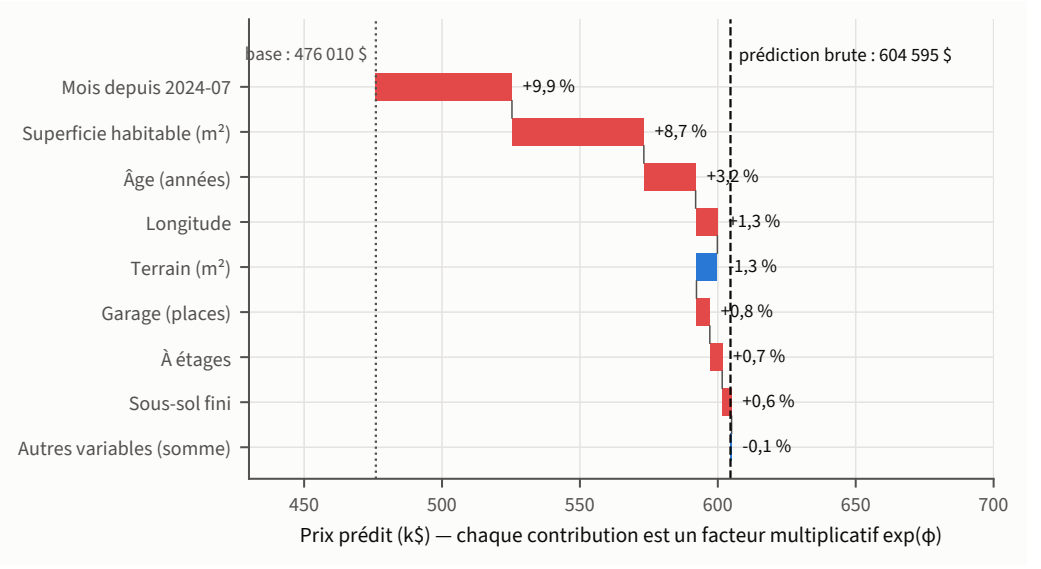


Figure 37.7. Cascade SHAP de la prédiction du sujet du cas 1 par le gradient boosting, en dollars : depuis la vente moyenne du jeu (base, 476 010 $), chaque variable multiplie le prix par $\exp(\phi_j)$; la date d'évaluation et la superficie expliquent l'essentiel de l'écart, le terrain plus petit que la moyenne retranche 1,3 %. La prédiction brute, 604 595 $, reçoit ensuite le facteur de Duan.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch37_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 37.6. Prédiction du sujet du cas 1 par chaque modèle et cascade SHAP du gradient boosting (données synthétiques)

Modèle (estimé sur 600 ventes)	$\ln \hat{P}$	$\exp(\ln \hat{P})$ ($)	Facteur	Prédiction ($)	Écart (%)
Hédonique (référence, chapitre 18)	13,362 7	635 821	1,003 4	637 953	0,0
XGBoost	13,324 4	611 957	1,003 3	613 976	−3,8
Gradient boosting	13,312 3	604 595	1,002 0	605 825	−5,0
Forêt aléatoire	13,277 6	583 938	1,004 9	586 818	−8,0
Arbre (profondeur 3)	13,209 2	545 332	1,007 8	549 573	−13,9
Cascade SHAP du gradient boosting (base $\phi_0 = 13{,}0732$, soit 476 010 $)					
Contribution	ϕ_j	Effet (%)		Cumul ($)	
Mois de vente (septembre 2026)	0,098 6	10,4		525 340	
Superficie habitable (165 m²)	0,087 1	9,1		573 148	
Âge (28 ans)	0,032 2	3,3		591 904	
Longitude (Hull)	0,013 2	1,3		599 769	
Terrain (620 m²)	−0,012 7	−1,3		592 200	
Garage (1 place)	0,008 1	0,8		597 016	
Type à étages	0,007 5	0,8		601 511	
Sous-sol fini	0,005 6	0,6		604 889	
Autres (qualité, latitude, piscine, distance, secteurs)	−0,000 5	−0,1		604 595	

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch37_ml.py`. Facteur : correction de Duan (en échantillon pour l'hédonique, comme au chapitre 18 ; hors échantillon pour les autres) ; écart : par rapport à la prédiction hédonique. Effet : $100\,[\exp(\phi_j) - 1]$; cumul : $\exp(\phi_0 + \sum \phi)$ après chaque contribution, avant le facteur de Duan.

37.6 Quand l'apprentissage gagne : une non-linéarité déclarée

L'exemple intégral enseigne qu'un modèle économétrique bien spécifié est la référence à battre, non l'inverse, et qu'un modèle souple paie en variance la souplesse dont il n'a pas l'usage. Il faut aussitôt montrer le cas contraire, celui où la forme vraie n'est pas celle que l'analyste a écrite, sans quoi la leçon serait fausse. Pour cela, le script ajoute à la loi de génération deux termes déclarés, choisis pour être plausibles et impossibles à représenter dans la spécification du chapitre 18 : une *prime « patrimoine rénové »* de +0,12 en logarithme pour les maisons de qualité 4 ou 5 âgées de 40 ans et plus, soit une interaction entre la qualité et l'âge, qui touche 76 ventes ; et un *« mur de la mi-vie »* de −0,10 pour les maisons de 25 à 45 ans, une rupture qui représente la période où toiture, fenêtres et systèmes arrivent en fin de vie sans que la maison soit encore « ancienne », et qui touche 235 ventes. Le nouveau logarithme du prix est $\ln P^{\dagger} = \ln P + 0{,}12 \cdot \mathbb{1}[\text{qualité} \geq 4,\ \text{âge} \geq 40] - 0{,}10 \cdot \mathbb{1}[25 \leq \text{âge} \leq 45]$, et les mêmes modèles sont réestimés sur les mêmes dix plis.

Tableau 37.7. Scénario non linéaire : validation croisée aléatoire des modèles sur $\ln P^{\dagger}$ (données synthétiques perturbées par une interaction et une rupture déclarées)

Modèle	$\text{RMSE}_{\ln}$	MdAPE (%)	COD	PRB
Hédonique de référence (spécification du chapitre 18, désormais mal spécifiée)	0,100 3	6,96	8,15	−0,079
Forêt aléatoire	0,114 5	7,54	9,17	−0,208
Gradient boosting (profondeur 2)	0,094 4	6,26	7,46	−0,083
XGBoost (profondeur 2)	0,093 2	6,17	7,40	−0,081
Hédonique respécifié (deux indicatrices ajoutées)	0,084 1	5,62	6,85	−0,054

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch37_ml.py`. Coefficients du modèle respécifié : prime 0,129 (e.-t. HC1 0,012 ; vrai 0,12), mur −0,092 (0,008 ; vrai −0,10) ; $\hat{\sigma} = 0{,}083$, $R^2 = 0{,}864$.

Le tableau 37.7 renverse le classement. L'hédonique de référence, dont le polynôme d'âge ne peut ni creuser un mur de 20 ans ni réserver une prime aux maisons de qualité élevée, voit son erreur monter de 0,084 à 0,100 et son COD de 6,83 à 8,15 ; les deux algorithmes de boosting, dont les arbres de profondeur 2 représentent exactement une interaction de deux variables et des seuils sur l'âge, restent à 0,094 et 0,093 (COD 7,46 et 7,40) et battent désormais la régression de sept dixièmes de point de COD ; la forêt, trop lissée, reste derrière. La figure 37.6 (droite) montre pourquoi : la dépendance partielle de l'âge du boosting dessine le creux entre 25 et 45 ans que la loi de génération contient, tandis que le polynôme de l'hédonique passe en travers. L'interaction est tout aussi visible dans les valeurs d'interaction SHAP, où la paire âge-qualité, absente du classement dans le cas de base, devient la première avec une valeur moyenne de 0,0068, le double de la suivante. C'est ici que l'explicabilité prend sa pleine utilité pour l'évaluateur : elle ne sert pas seulement à justifier la prédiction d'une boîte noire, elle indique *quoi* ajouter au modèle économétrique. La dernière ligne du tableau en est la preuve. L'hédonique respécifié avec les deux indicatrices que la dépendance partielle et les interactions SHAP suggèrent retrouve une erreur de 0,084 et un COD de 6,85, identiques à ceux du cas de base, et estime la prime à 0,129 (erreur-type 0,012) et le mur à −0,092 (0,008), les deux paramètres vrais, 0,12 et −0,10, étant dans les intervalles de confiance. Il bat à nouveau le boosting, pour la même raison qu'à la section 37.5 : une fois la forme connue, l'estimateur paramétrique n'a plus de biais et a la plus petite variance.

L'enseignement est donc double. Sur un marché dont la structure est bien comprise et additive en logarithme, la régression hédonique soigneusement spécifiée et diagnostiquée demeure le meilleur outil, et de loin le plus défendable. Lorsque la structure est inconnue, non linéaire ou traversée d'interactions, ce qui est fréquent sur des marchés hétérogènes ou des types d'immeubles mal documentés, le boosting la découvre sans qu'on la lui décrive, et l'explicabilité permet d'en faire une hypothèse économétrique testable. Mayer et al. (2019) sont parvenus à une conclusion voisine en comparant, sur un grand échantillon suisse, des méthodes d'estimation et de mise à jour hédoniques au gradient boosting : le boosting l'emporte en précision lorsque les données sont riches et la structure complexe, et les modèles économétriques restent compétitifs et plus stables dans le temps. McCluskey et al. (2013) avaient, plus tôt, mis en garde contre la généralisation hâtive d'un gain de précision obtenu sur un seul jeu : la comparaison doit être refaite sur chaque marché, avec une validation adaptée à l'usage.

37.7 Les modèles d'évaluation automatisés et les normes

Un **modèle d'évaluation automatisé** (AVM, *automated valuation model*) est un système qui produit une estimation de valeur à partir d'une base de données et d'un modèle statistique, sans inspection ni intervention humaine sur chaque immeuble ; les méthodes de ce chapitre en sont aujourd'hui le moteur le plus courant, aux côtés des modèles hédoniques et des modèles de comparables automatisés. L'IAAO leur consacre une norme spécifique, le *Standard on Automated Valuation Models*, révisée en 2018 (International Association of Assessing Officers 2018), qui complète le *Standard on Mass Appraisal of Real Property*, révisé en 2025 (International Association of Assessing Officers 2025), et qui renvoie au *Standard on Ratio Studies* (International Association of Assessing Officers 2013) pour les seuils de qualité. Sans reproduire ces documents, protégés, on peut en résumer la logique telle qu'elle a été consultée le 31 octobre 2026. La norme sur les AVM traite de la qualité des données d'entrée et de leur nettoyage (chapitre 14), de la spécification et de la calibration du modèle, de sa documentation, et surtout de l'évaluation de sa performance, pour laquelle elle recommande les statistiques de ratio, le COD comme mesure de variabilité et le PRD et le PRB, assortis d'intervalles de confiance, comme mesures d'équité verticale ; elle insiste sur le fait que ces statistiques doivent être calculées sur des ventes que le modèle n'a pas utilisées pour sa calibration, ce qui est la validation hors échantillon de la section 37.3, et sur la nécessité de les stratifier par type d'immeuble, par secteur et par tranche de valeur. Les seuils sont ceux du tableau 18.7 : un COD de 5,0 à 10,0 pour l'unifamilial de secteurs homogènes, de 5,0 à 15,0 pour les secteurs hétérogènes, un PRD de 0,98 à 1,03 et un PRB entre −0,05 et +0,05. Mesurés à cette aune, les résultats de l'exemple sont parlants : tous les modèles d'ensemble ont un COD dans la plage la plus exigeante, mais la forêt aléatoire a un PRD de 1,015 et un PRB de −0,196 en validation aléatoire, hors des plages, et le boosting un PRB de −0,088, également hors de la plage ; seul l'hédonique s'en approche, et encore avec l'artefact que le chapitre 18 a expliqué. La régressivité des modèles d'arbres n'est donc pas un détail technique : c'est, du point de vue de la norme, leur principal défaut, et un AVM fondé sur une forêt devrait en être corrigé, par exemple par une calibration de second stade qui régresse les prix observés sur les prédictions hors échantillon et redresse la pente.

Du côté des normes professionnelles, le cadre est celui du chapitre 10. Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent que l'évaluateur justifie le rejet d'une méthode

traditionnelle et expose tout écart avec les directives (règle 2.3, éléments 10 et 11) (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), ce qui signifie qu'un AVM ne remplace pas les méthodes de la partie IV à VI dans un rapport mais peut les appuyer, et que son emploi, ses données, sa validation et ses limites doivent être décrits. Les normes canadiennes CUSPAP 2026 comportent une norme d'évaluation de masse (Appraisal Institute of Canada 2026), et les normes internationales en vigueur depuis le 31 janvier 2025 (International Valuation Standards Council 2025) comme le Red Book de la RICS, dont la section VPS 5 porte sur les modèles d'évaluation, convergent vers la même exigence : l'évaluateur reste responsable de la valeur qu'il signe, quel que soit l'outil, et doit comprendre et pouvoir expliquer le modèle qu'il utilise. Bogin et Shui (2020) ont comparé, sur des prêts hypothécaires américains, la précision des évaluations traditionnelles et des AVM en zones rurales, où les ventes sont rares et hétérogènes, et ont trouvé que les deux se dégradent mais que les AVM se dégradent davantage : c'est, à grande échelle, la leçon de l'exclusion d'un secteur de la section 37.5. L'usage raisonnable d'un AVM, pour l'évaluateur québécois, est triple : comme indication de valeur supplémentaire à réconcilier (chapitre 20), avec son intervalle et sa validation ; comme outil de contrôle de la cohérence d'un rôle ou d'un portefeuille (chapitre 48) ; et comme instrument de détection de la structure du marché, par l'explicabilité, pour mieux spécifier les modèles que l'on signe.

Modèles, rôle d'évaluation et contestation

Le rôle d'évaluation foncière québécois est, par nature, une évaluation de masse (chapitre 9). Le Manuel d'évaluation foncière du Québec consacre sa partie 3 au processus d'évaluation, dont les étapes d'analyse du marché et de modélisation (*Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 3 : Processus d'évaluation (3A Taux de variation du marché, 3B Équilibration, 3C Comparaison, 3D Revenu, 3E Coût, 3F Conciliation)* 2026) ; son contenu est protégé et n'est pas reproduit ici, et rien dans les textes consultés n'impose ni n'interdit une famille particulière de modèles statistiques : la loi fixe des exigences de résultat, la proportion médiane de 95 à 105 % et le plafond de l'écart type relatif du Règlement sur le rôle (section 9.4), non de moyens. Un modèle d'arbres peut donc servir à équilibrer un rôle, mais son résultat est jugé par les mêmes statistiques que tout autre, et l'exemple a montré qu'il faut y surveiller la régressivité. La question de l'opacité se pose en contestation. La Loi sur la fiscalité municipale ouvre un recours devant le Tribunal administratif du Québec après la demande de révision (art. 138.5), et le Tribunal, qui « peut fixer une valeur inférieure ou supérieure à celles proposées par les parties », inscrit au rôle la valeur réelle divisée par le facteur du rôle (art. 147) (Québec 1979b). Dans ce cadre, une valeur produite par un modèle n'a la force que de la preuve qui l'accompagne : l'évaluateur qui s'appuie sur un modèle, qu'il soit hédonique ou d'apprentissage, doit pouvoir en exposer les données, la spécification ou les hyperparamètres, la validation et l'application au sujet, et répondre à la question de l'expert adverse ; une cascade SHAP et une dépendance partielle sont des réponses, un score de « confiance » propriétaire n'en est pas une. Les auteurs de ce chapitre n'ont identifié, par recherche documentaire, aucune décision du Tribunal portant spécifiquement sur l'admissibilité d'un modèle d'apprentissage automatique en matière d'évaluation foncière ; cette absence est signalée comme non vérifiée et non comme

une règle. Textes de loi consultés sur LégisQuébec le 31 octobre 2026 (LFM à jour au 15 octobre 2026).

37.8 Analyse de sensibilité : les hyperparamètres

Le tableau 37.8 réestime le boosting et la forêt sous treize réglages, toujours sur les mêmes dix plis, afin de savoir si les conclusions de l'exemple dépendent des hyperparamètres retenus. Pour le boosting, la profondeur est le réglage décisif, et le résultat est remarquable : les *souches*, arbres de profondeur 1 qui produisent un modèle strictement additif, donnent la plus petite erreur de toute la grille, 0,0887 (COD 7,22), devant la profondeur 2 (0,0931), 3 (0,0970) et 4 (0,0984). La loi de génération étant additive en logarithme, tout degré d'interaction supplémentaire est de la variance pure, et le boosting le confirme sans qu'on le lui dise ; sur le scénario non linéaire de la section 37.6, la profondeur 2 l'emporterait au contraire, parce que l'interaction âge-qualité exige deux niveaux. Le nombre d'arbres interagit avec le taux d'apprentissage : à $\nu = 0{,}03$, 300 arbres sous-ajustent (0,0977), 1 200 sont près de l'optimum de la courbe d'apprentissage et 3 000 surajustent légèrement (0,0962) ; à $\nu = 0{,}10$, 1 200 arbres surajustent nettement (0,0988), et l'équivalence approximative « ν fois M constant » que suggère l'équation (37.6) se vérifie, le produit étant de 36 dans le meilleur réglage. Le sous-échantillonnage à 80 % améliore marginalement (0,0931 contre 0,0941 sans), et la taille minimale des feuilles ne change rien en validation aléatoire (0,0931 pour 1 comme pour 5), alors qu'elle décidait du biais prospectif au tableau 37.3 : c'est l'illustration la plus nette de ce qu'une validation mesure ce qu'on lui demande de mesurer et rien d'autre. Pour la forêt, le nombre de variables par division compte peu entre 50 et 100 % (0,1067 contre 0,1074) et un tiers des variables avec des feuilles de cinq dégrade (0,1151) ; cent arbres suffisent (0,1065), ce qui confirme que B n'est pas un paramètre de surapprentissage. Aucun réglage de la forêt ne descend sous 0,105 et aucun réglage du boosting sous 0,088 : l'hédonique, à 0,084, n'est jamais rejoint. La sensibilité des conclusions aux hyperparamètres est donc faible pour l'ordre des modèles et forte pour le comportement aux bords ; l'évaluateur qui reçoit un AVM doit demander ses hyperparamètres et la courbe de validation qui les justifie.

37.9 Limites : support, dérive, équité, opacité

Quatre limites bornent l'usage des modèles d'apprentissage en évaluation, et chacune a été touchée du doigt dans l'exemple. La première est l'*extrapolation hors support*. Un modèle d'arbres prédit une constante au-delà de la plus grande valeur observée de chaque variable, et cette constante est estimée sur les quelques observations de la feuille extrême ; la validation prospective l'a montré pour le temps, l'exclusion d'un secteur pour l'espace, et il en va de même pour une maison de 300 m² dans un échantillon qui s'arrête à 278 m², ou pour un immeuble de qualité exceptionnelle. Le modèle hédonique extrapole aussi, mais selon une forme déclarée, que l'analyste peut juger ; le modèle d'arbres extrapole selon un plateau que rien ne justifie. La règle du chapitre 16 selon laquelle on ne prédit pas hors du nuage des ventes vaut davantage encore ici, et l'intervalle de prédiction, que les modèles d'arbres ne fournissent pas naturellement et qu'il faut construire par bootstrap, par quantiles ou par les méthodes conformes, ne s'élargit pas de lui-même au bord du support comme le fait celui de l'équation (18.16). La deuxième limite est la *dérive* (*drift*) : un modèle estimé à une

Tableau 37.8. Sensibilité aux hyperparamètres : boosting et forêt aléatoire en validation croisée aléatoire à dix plis (données synthétiques)

Modèle	Prof.	Arbres	ν	Feuille min.	Échantillon, variables	$\text{RMSE}_{\ln}$	MdAPE (%)	COD	PRB
Boosting	1	1 200	0,03	5	80 % ; toutes	0,088 7	6,16	7,22	−0,090
Boosting	2	300	0,03	5	80 % ; toutes	0,097 7	6,93	7,88	−0,158
Boosting (réf.)	2	1 200	0,03	5	80 % ; toutes	0,093 1	6,22	7,42	−0,088
Boosting	2	3 000	0,03	5	80 % ; toutes	0,096 2	6,29	7,67	−0,072
Boosting	3	1 200	0,03	5	80 % ; toutes	0,097 0	6,38	7,77	−0,081
Boosting	4	1 200	0,03	5	80 % ; toutes	0,098 4	6,66	7,90	−0,090
Boosting	2	1 200	0,10	5	80 % ; toutes	0,098 8	6,43	7,79	−0,066
Boosting	2	1 200	0,03	1	80 % ; toutes	0,093 1	6,26	7,42	−0,088
Boosting	2	1 200	0,03	5	100 % ; toutes	0,094 1	6,22	7,52	−0,091
Forêt	max.	500	—	1	bootstrap ; 100 %	0,107 4	7,79	8,69	−0,166
Forêt (réf.)	max.	500	—	2	bootstrap ; 50 %	0,106 7	7,52	8,64	−0,196
Forêt	max.	500	—	5	bootstrap ; 33 %	0,115 1	7,84	9,32	−0,272
Forêt	max.	100	—	2	bootstrap ; 50 %	0,106 5	7,52	8,58	−0,194
Hédonique (réf.)	16 paramètres, semi-log, MCO					0,083 9	5,68	6,83	−0,059

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch37_ml.py`. Prof. 1 : souches (modèle additif) ; échantillon : fraction des ventes tirée pour chaque arbre (boosting) ou bootstrap (forêt) ; variables : fraction des variables candidates à chaque division. Scikit-learn 1.6 ; graine 20261031.

date décrit le marché de cette date, et les relations entre caractéristiques et prix changent, le temps étant l'exemple le plus simple mais non le seul, les primes de secteur, la valeur d'un sous-sol ou d'une piscine évoluant aussi. Un AVM en production doit être réestimé et revalidé à intervalles réguliers, et surveillé entre deux réestimations par les statistiques de ratio sur les ventes nouvelles ; une baisse de la médiane des ratios de 0,99 à 0,97, comme celle que le boosting subit en huit mois dans la validation prospective, doit déclencher une mise à jour. La troisième limite est l'*équité*. Un modèle qui apprend des prix apprend tout ce qui est dans les prix, y compris, sur des données réelles, les écarts de prix liés à la composition sociale ou ethnique des quartiers, et il les reproduit ; des variables en apparence neutres, les coordonnées, la distance au centre, le code postal, la valeur au rôle, en sont des substituts efficaces, comme l'exemple l'a montré pour les secteurs, et retirer une variable sensible ne retire pas l'information qu'elle porte. L'évaluation foncière vise une valeur de marché qui reflète ces écarts lorsqu'ils existent ; mais un modèle régressif, qui sous-évalue systématiquement les immeubles chers et surévalue les modestes, transfère la charge fiscale des premiers vers les seconds, et c'est précisément ce que le PRD et le PRB mesurent et ce que l'IAAO interdit. L'équité d'un modèle n'est pas un supplément d'éthique ; elle est une statistique de ratio par strate, que le concepteur doit calculer et publier. La quatrième limite est l'*opacité*. Un modèle de 1 200 arbres n'est pas lisible, et les outils de la section 37.4 décrivent ce qu'il fait, non pourquoi le marché fait ce qu'il fait : la longitude qui « explique » 3 points de logarithme dans la cascade du sujet ne signifie pas que les acheteurs paient pour la longitude, mais que le modèle a codé Hull ainsi. Devant un tribunal ou un client, cette distinction entre explication du modèle et explication du marché doit être faite explicitement, et le modèle économétrique, dont chaque coefficient est un prix implicite interprétable et

testable, reste l'outil de la preuve. Le meilleur usage des deux est celui que la section 37.6 a illustré : le modèle souple pour découvrir, le modèle paramétrique pour établir.

En pratique

Un modèle d'apprentissage déposé à l'appui d'une conclusion de valeur, ou reçu d'un tiers, doit être accompagné au minimum de : la description des données (source, période, filtres, nombre de ventes retirées, variables et leur construction, traitement des valeurs manquantes) ; la famille de modèle et ses hyperparamètres, avec la courbe de validation qui les justifie ; les métriques hors échantillon, par un schéma de validation adapté à l'usage (aléatoire pour l'interpolation dans un marché documenté, spatial par blocs ou par secteur pour la prédiction dans un secteur peu documenté, prospectif pour l'usage courant), avec le COD, le PRD et le PRB par strate ; la méthode de retransformation et de mise à jour temporelle ; l'importance des variables, la dépendance partielle des variables principales et la cascade des contributions pour le sujet ; les cas où le sujet sort du support des données d'apprentissage ; et le code ou sa description exacte. Un modèle dont on ne connaît que la prédiction et un « score de confiance » n'est pas une preuve.

Erreurs fréquentes

- *Juger un modèle à son erreur d'entraînement ou à son R^2 en échantillon.* Un boosting de profondeur 4 atteint une erreur d'entraînement de 0,012 pour une erreur de validation de 0,097 (figure 37.2) ; seule l'erreur hors échantillon compte.
- *Valider par plis aléatoires un modèle utilisé de façon prospective ou dans un secteur peu documenté.* Les plis aléatoires surestiment la performance des modèles qui exploitent le voisinage et masquent l'incapacité des arbres à prolonger une tendance (tableau 37.2).
- *Laisser le temps dans un modèle d'arbres sans traitement.* Le biais atteint −3 à −13 % sur les ventes de l'année suivante selon la taille des feuilles ; détendancer ou indexer séparément (tableau 37.3).
- *Lire une valeur SHAP comme un ajustement de grille.* La contribution du garage dans la cascade du sujet (+0,8 %) est mesurée par rapport à la vente moyenne, qui a déjà 0,7 place ; le prix implicite du garage reste celui du chapitre 18 (21 031 $).
- *Conclure qu'une variable « ne compte pas » parce que son importance est nulle.* Les indicatrices de secteur ont une importance nulle alors qu'elles sont le mécanisme de la loi de génération : les coordonnées les ont remplacées.
- *Choisir les hyperparamètres sur les mêmes plis que ceux qui servent à rapporter la performance sans le dire.* C'est une fuite ; la validation imbriquée ou un jeu de test réservé l'évite, et le tableau 37.8 doit être lu comme une analyse de sensibilité, non comme une sélection.
- *Ignorer la régressivité des modèles d'arbres.* Un COD dans la plage ne suffit pas ; le PRB de la forêt (−0,196) est très hors de la plage de l'IAAO.
- *Prendre l'explication du modèle pour une explication du marché.* La longitude ne vaut rien aux yeux d'un acheteur ; c'est le secteur qu'elle code.

– *Généraliser le résultat d'une comparaison.* L'hédonique gagne sur un marché additif, le boosting sur un marché à interactions ; la comparaison doit être refaite sur chaque jeu, avec le schéma de validation de l'usage prévu (McCluskey et al. 2013).

Limites et mises en garde

– Les données sont synthétiques et engendrées par une loi semi-logarithmique additive avec un bruit normal homoscédastique et sans structure spatiale résiduelle ; la domination de l'hédonique dans l'exemple est la conséquence de cette construction et ne préjuge pas de l'ordre des modèles sur un marché réel, où la forme est inconnue. Le scénario non linéaire est tout aussi construit : ses deux termes sont des hypothèses pédagogiques, non des estimations.
– Les hyperparamètres de référence ont été choisis d'après une grille évaluée sur les mêmes dix plis que ceux qui servent à rapporter la performance (tableau 37.8) ; l'optimisme qui en résulte est faible pour une grille de treize points mais n'est pas nul. Une validation imbriquée est laissée en exercice.
– Les valeurs SHAP ont été calculées sur le gradient boosting de scikit-learn, la bibliothèque shap 0.48 ne lisant pas le format des modèles de xgboost 3.2 au moment d'écrire ; les deux algorithmes ont des performances très voisines et la lecture ne devrait pas en être affectée, mais elle n'a pas été vérifiée sur XGBoost.
– Les blocs spatiaux sont des moitiés de secteur obtenues par les k-moyennes sur des coordonnées fictives ; d'autres découpages donneraient d'autres chiffres, et le choix du découpage fait partie des hypothèses d'une validation spatiale.
– Les seuils de l'IAAO proviennent de l'édition 2013 du Standard on Ratio Studies, consultée sur une copie tierce alors qu'une révision était annoncée ; le Standard on AVMs a été consulté dans sa version révisée de 2018. Les règles québécoises citées (LFM art. 138.5 et 147) ont été lues sur LégisQuébec le 31 octobre 2026 ; l'absence de décision du TAQ sur l'admissibilité d'un modèle d'apprentissage est un constat de recherche documentaire, non vérifié par une recherche jurisprudentielle exhaustive.
– Les intervalles de prédiction des modèles d'arbres (bootstrap, régression quantile, prédiction conforme) et les forêts causales de Wager et Athey (2018) ne sont pas traités ; le chapitre 39 donne la version bayésienne de l'intervalle pour le modèle hédonique, et le chapitre 36 l'identification causale.

À retenir

– Prédire et estimer sont deux questions ; l'apprentissage supervisé minimise le risque de prédiction (37.1), dont la décomposition biais-variance (37.2) explique tout : les forêts réduisent la variance par moyennage (37.5), le boosting réduit le biais pas à pas par descente de gradient fonctionnelle (37.6)-(37.7), XGBoost y ajoute une régularisation explicite (37.8)-(37.9).
– La validation croisée (37.10) n'est honnête que si les plis reproduisent l'usage : aléatoire pour l'interpolation, spatiale par blocs ou par secteur pour la prédiction en territoire peu documenté, prospective pour l'usage courant. Les modèles d'arbres

n'extrapolent pas : constante hors support, biais de −3 à −13 % sur l'année suivante selon la taille des feuilles.
- Sur les 600 ventes du cas 1, engendrées par une loi additive, l'hédonique de référence (RMSE log 0,084, COD 6,83) bat XGBoost (0,092 ; 7,33), le boosting (0,093 ; 7,42), la forêt (0,107 ; 8,64) et l'arbre (0,147 ; 11,6) ; les modèles d'arbres sont régressifs (PRB de la forêt −0,196) et prédisent le sujet de 3,8 à 13,9 % sous l'hédonique.
- Lorsqu'une interaction et une rupture déclarées sont ajoutées, le boosting (COD 7,46) bat l'hédonique mal spécifié (8,15) ; la dépendance partielle et les interactions SHAP désignent ce qui manque, et l'hédonique respécifié (6,85) reprend l'avantage : le modèle souple découvre, le modèle paramétrique établit.
- Les valeurs de Shapley (37.12), uniques sous quatre axiomes, décomposent chaque prédiction en contributions additives (37.13) calculables exactement pour les arbres (TreeSHAP) ; la dépendance partielle (37.14) et l'importance par permutation (37.15) les complètent. Elles décrivent le modèle, non le marché : les coordonnées ont absorbé les secteurs.
- Les AVM sont jugés par les statistiques de ratio de l'IAAO, hors échantillon et par strate ; les normes professionnelles exigent que l'évaluateur comprenne, documente et puisse défendre le modèle qu'il utilise, devant un client comme devant le TAQ.

Exercices

Exercice 37.1 — Une division d'arbre à la main ★

Les huit premières ventes du cas 1 (G0001 à G0008), classées par superficie habitable, ont les superficies 70, 99, 128, 156, 160, 170, 221 et 241 m² et les prix 262 500 $, 342 500 $, 431 500 $, 571 500 $, 468 500 $, 404 500 $, 545 500 $ et 492 000 $. (a) Calculez le logarithme de chaque prix et la somme des carrés des écarts à la moyenne du nœud racine. (b) Pour chacun des sept seuils possibles sur la superficie (milieux entre valeurs consécutives), calculez la somme des carrés des deux fils selon l'équation (37.4) et le gain ; identifiez la meilleure division et les constantes prédites dans chaque fils, en logarithme et en dollars. (c) Expliquez pourquoi le résultat serait identique si la superficie était entrée en logarithme ou en pieds carrés.

Exercice 37.2 — Variance d'une forêt ★

Chaque arbre d'une forêt a, en un point donné, un écart-type de prédiction de 0,12 (logarithme) et les arbres ont une corrélation deux à deux de 0,30. (a) Calculez la variance de la moyenne de 1, 10, 100 et 500 arbres par l'équation (37.5), puis sa limite et l'écart-type correspondant. (b) Combien d'arbres faut-il pour que le second terme ne représente plus que 1 % du premier ? (c) Expliquez pourquoi réduire le nombre de variables candidates par division peut abaisser la limite, et ce que l'on y perd.

Exercice 37.3 — Le boosting pas à pas ★★

Pour une vente dont le logarithme du prix est $y = 13{,}00$, le modèle initial prédit $F_0 = 12{,}80$; on suppose que chaque arbre h_m reproduit exactement le pseudo-résidu courant de cette vente, et que le taux d'apprentissage est $\nu = 0{,}10$. (a) Calculez F_1, F_2, F_3 et les résidus successifs. (b) Montrez que le résidu après m itérations est $(1-\nu)^m (y - F_0)$ et calculez le nombre d'itérations nécessaire pour le ramener à 1 % de sa valeur initiale. (c) Que se passerait-il avec $\nu = 1$, et pourquoi n'est-ce pas souhaitable sur des données bruitées ? (d) Reliez votre réponse à la courbe d'apprentissage de la figure 37.2.

Exercice 37.4 — Valeurs de Shapley à trois joueurs ★★

Un modèle fictif à trois variables, superficie (S), qualité (Q) et localisation (L), donne les gains suivants (en milliers de dollars au-dessus de la base) pour chaque coalition de variables connues : $v(\varnothing) = 0$, $v(S) = 60$, $v(Q) = 30$, $v(L) = 20$, $v(S,Q) = 100$, $v(S,L) = 85$, $v(Q,L) = 45$, $v(S,Q,L) = 130$. (a) Énumérez les six ordres d'arrivée des variables et calculez la contribution marginale de chacune dans chaque ordre. (b) Déduisez-en les valeurs de Shapley par l'équation (37.12) et vérifiez l'axiome d'efficacité. (c) Le jeu contient-il des interactions ? Lesquelles, et de quel signe ? (d) Pourquoi la valeur de Shapley de S diffère-t-elle de $v(S) = 60$?

Exercice 37.5 — Métriques d'un AVM ★★

Un AVM a produit, pour les dix ventes fictives de l'exercice 18.5 (prix 312 000, 358 500, 401 000, 445 000, 489 500, 532 000, 598 000, 655 000, 742 000 et 895 000 $), les prédictions 335 000, 349 000, 388 000, 468 000, 471 000, 561 000, 575 000, 702 000, 718 000 et 839 000 $. (a) Calculez les ratios prédit/prix, la RMSE en logarithme, l'erreur absolue moyenne et médiane en pourcentage (37.11). (b) Calculez la médiane des ratios, le COD, le PRD et le PRB (équations (18.17) à (18.19)). (c) Situez le résultat par rapport aux plages de l'IAAO et expliquez pourquoi un COD inférieur à 5 doit éveiller la méfiance plutôt que l'admiration. (d) Qu'est-ce qui manque à ces dix chiffres pour qu'ils constituent une validation au sens de la section 37.3 ?

Exercice 37.6 — Validation spatiale et extrapolation ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch37_ml.py` (fonctions `plis_aleatoires`, `plis_spatiaux`, `plis_secteurs`, `validation_secteurs`), reproduisez les COD de l'hédonique, de la forêt et du boosting sous les trois schémas, aléatoire, blocs spatiaux et un secteur exclu. (a) Expliquez, pour chaque modèle, le sens et l'ampleur de la dégradation d'un schéma à l'autre. (b) Montrez que le biais de l'hédonique sur Buckingham et Masson-Angers exclus est, au bruit près, l'opposé de la prime de secteur de la loi de génération, et expliquez pourquoi le boosting fait mieux sur ces deux

secteurs et moins bien sur Gatineau et Aylmer. (c) Proposez et mettez en œuvre une variante de l'hédonique qui remplace les indicatrices de secteur par une surface lisse des coordonnées (polynôme ou splines), et comparez son comportement en exclusion d'un secteur ; discutez en quoi cela rapproche les deux approches.

Exercice 37.7 — Découvrir, puis établir ★★★

Reprenez le scénario non linéaire (`scenario_nonlineaire`). (a) Sans connaître les deux termes ajoutés, tracez la dépendance partielle de l'âge du boosting et ses courbes individuelles (ICE) pour les maisons de qualité 2 et de qualité 4, et identifiez la rupture et l'interaction. (b) Classez les paires de variables par leur valeur d'interaction SHAP moyenne et comparez au cas de base. (c) Respécifiez le modèle hédonique en conséquence, avec les seuils que vos courbes suggèrent plutôt que les seuils vrais, et comparez sa validation croisée à celle du boosting et à celle du modèle respécifié avec les seuils vrais (COD 6,85) ; que coûte une erreur de cinq ans sur les bornes du mur ? (d) Mettez en œuvre une validation imbriquée pour le choix de la profondeur du boosting (1 à 4) et comparez l'erreur ainsi obtenue à celle du tableau 37.8 ; quantifiez l'optimisme de la sélection non imbriquée.

Pour aller plus loin

Le manuel de Hastie et al. (2009) reste l'exposé de référence des arbres, du bagging, des forêts et du boosting, avec la décomposition biais-variance et la validation croisée en fil conducteur ; ses chapitres 9, 10 et 15 suffisent au lecteur de ce chapitre. Les articles fondateurs se lisent encore avec profit : Breiman (2001) pour les forêts, l'erreur hors sac et l'importance par permutation, Friedman (2001) pour la descente de gradient fonctionnelle et la dépendance partielle, Chen et Guestrin (2016) pour la formulation régularisée de XGBoost et les détails d'implémentation qui ont fait son succès. Pour l'explicabilité, Lundberg et Lee (2017) unifient les méthodes d'explication locale sous les axiomes de Shapley, Lundberg et al. (2020) donnent TreeSHAP et les valeurs d'interaction, et le livre en ligne de Molnar (2025) est le guide pratique le plus complet, qui discute aussi les limites de la dépendance partielle et de la permutation en présence de corrélation. Du côté des économistes, Mullainathan et Spiess (2017) et Athey et Imbens (2019) situent ces méthodes par rapport à l'inférence, et Wager et Athey (2018) montrent comment les forêts servent l'estimation d'effets hétérogènes, ce qui ouvre sur le chapitre 36. En évaluation immobilière, Pace et Hayunga (2020) utilisent arbres et forêts comme diagnostics des résidus hédoniques et spatiaux, Mayer et al. (2019) comparent gradient boosting et méthodes hédoniques de mise à jour sur des données suisses, Hong et al. (2020) appliquent la forêt à l'évaluation de masse en Corée, et Bogin et Shui (2020) mesurent la précision relative des AVM et des évaluateurs en zone rurale. Pour la pratique de l'évaluation de masse et ses normes, Gloudemans et Almy (2011) et McCluskey et al. (2013) accompagnent les trois normes de l'IAAO (International Association of Assessing Officers 2013 ; International Association of Assessing Officers 2025 ; International Association of Assessing Officers 2018).

CHAPITRE 38

38

SIG et risques géospatiaux

Tout ce que l'évaluateur sait de la localisation d'un immeuble passe, tôt ou tard, par une carte. La distance à une école, l'appartenance à une zone inondable, la proximité d'une autoroute, la valeur médiane du quartier ne sont pas des attributs que l'on lit sur la fiche descriptive : ce sont des quantités que l'on *calcule* en superposant la position du bien à d'autres couches d'information géographique, et la qualité de ces quantités dépend de la qualité de la superposition. Le présent chapitre expose les outils des systèmes d'information géographique (SIG) dont l'évaluateur a besoin pour produire ces variables de façon reproductible et pour en représenter les résultats. Il décrit d'abord les données géospatiales disponibles au Québec et les systèmes de référence dans lesquels elles sont exprimées, parce qu'un calcul de distance entre deux couches mal projetées est faux avant même de commencer. Il formalise ensuite les opérations élémentaires, projection, jointure spatiale, tampon, distance, agrégation et interpolation, chacune avec sa définition, son algorithme et sa mise en œuvre dans la bibliothèque `geopandas`. Il montre comment en dériver des indices d'accessibilité et des variables de risque, inondation, glissement de terrain, contamination, bruit, et comment les intégrer au modèle hédonique des chapitres 18 et 19. Il fixe les règles de la cartographie thématique. L'exemple intégral, conduit sur les 600 ventes du cas 1 avec des polygones entièrement fictifs, illustre une leçon qui vaut plus que toutes les cartes : le jeu de données n'ayant pas été engendré avec ces polygones, l'effet vrai est nul, et ce que les régressions trouvent quand même mesure la propension des variables spatiales à produire des faux positifs. Le portefeuille du cas 4 fournit, en contrepoint, une application à l'échelle du Québec. La mesure des décotes de risque elles-mêmes relève du chapitre 43 ; le présent chapitre fournit les variables et les cartes.

Objectifs pédagogiques

- Distinguer données vectorielles et matricielles, systèmes de référence géodésiques et projections, et choisir le code EPSG approprié à une analyse au Québec (NAD83, NAD83(SCRS), MTM, UTM, Québec Lambert, WGS84).
- Connaître les jeux de données géospatiales ouverts utiles à l'évaluation résidentielle au Québec, leur licence, leur format et leurs limites.
- Définir et exécuter les opérations SIG élémentaires (projection, jointure spatiale,

tampon, distances euclidienne et réseau, agrégation par zone, interpolation) avec leur formule ou leur algorithme et un exemple `geopandas`.
- Construire des indices d'accessibilité par distance et par gravité, et en donner la dérivation économique.
- Transformer les cartographies de risque (zones inondables selon le cadre de 2026, zones de contraintes, registre des terrains contaminés, corridors de transport) en variables de modèle hédonique, et connaître les pièges d'identification qu'elles posent.
- Produire une carte thématique défendable : choix de la représentation, classification, palette séquentielle ou divergente, légende et source.
- Mesurer, par une expérience sur des polygones aléatoires, la fréquence des faux positifs spatiaux et l'effet de la spécification de la localisation sur cette fréquence.

38.1 Les données géospatiales et leurs systèmes de référence

38.1.1 Vecteur et matrice

Une donnée géospatiale associe une position à un attribut. Deux modèles de représentation coexistent. Le modèle **vectoriel** décrit des objets discrets par leur géométrie, point, ligne ou polygone, définie par des coordonnées de sommets, et leur attache une table d'attributs : une vente est un point, une rue une ligne, un lot cadastral ou une zone inondable un polygone. Le modèle **matriciel** (*raster*) découpe le territoire en cellules régulières et attribue une valeur à chaque cellule : une image satellitaire, un modèle numérique d'altitude, une carte de bruit ou de profondeur d'eau calculée par simulation hydraulique sont des matrices. L'évaluation résidentielle travaille presque exclusivement en vectoriel, parce que ses objets, les immeubles, sont discrets et que ses sources, rôles d'évaluation, registre foncier, zonage, le sont aussi ; elle emprunte au matriciel les variables d'environnement physique, pente, altitude, exposition au bruit, qu'elle extrait à la position de chaque immeuble et ramène ainsi dans la table vectorielle. Les formats courants sont, pour le vectoriel, le GeoPackage (GPKG, une base SQLite normalisée), le GeoJSON, le *shapefile* (SHP, ancien format à fichiers multiples) et la géodatabase fichier (FGDB) ; pour le matriciel, le GeoTIFF. La bibliothèque `geopandas`, qui étend `pandas` d'une colonne de géométries manipulées par `shapely`, lit tous ces formats vectoriels et porte un système de référence avec chaque table.

38.1.2 Datums, projections et codes EPSG

Une coordonnée n'a de sens que dans un **système de référence de coordonnées** (SRC), qui précise d'abord la forme de la Terre adoptée, l'ellipsoïde, et son ancrage, le **datum**, puis, le cas échéant, la **projection** qui transforme les coordonnées géographiques, latitude et longitude en degrés, en coordonnées planes en mètres. Les deux niveaux sont indépendants et tous deux comptent. Au Canada, le datum de référence est le NAD83 (*North American Datum of 1983*) et, dans sa réalisation moderne, le NAD83 (SCRS), Système canadien de référence spatiale, dont les versions successives corrigent la réalisation originale ; le WGS84 des récepteurs GPS et des services Web en est voisin, à une différence qui atteint aujourd'hui un à deux mètres dans l'est du Canada du fait de la dérive de la plaque nord-américaine. Pour une analyse d'évaluation, qui travaille à l'échelle de la parcelle et du quartier, cette

différence est négligeable devant l'erreur de géocodage du chapitre 14 ; elle ne l'est pas pour un arpenteur-géomètre.

La projection est l'étape qui permet de calculer des distances et des surfaces en mètres. Le Québec utilise, pour ses produits géomatiques à grande échelle, la projection **MTM** (*Modified Transverse Mercator*), une transverse de Mercator à fuseaux de trois degrés de longitude, avec un facteur d'échelle de 0,9999 au méridien central et un faux est de 304 800 mètres ; le territoire habité est couvert par les fuseaux 7 (méridien central 70,5° O ; Québec, Saguenay, Sherbrooke), 8 (73,5° O ; Montréal, Trois-Rivières) et 9 (76,5° O ; Gatineau). La projection UTM, à fuseaux de six degrés et facteur 0,9996, est l'alternative universelle, le fuseau 18 couvrant Montréal et Gatineau et le fuseau 19 la région de Québec ; la projection conique conforme de Lambert du Québec sert aux cartes de l'ensemble de la province. Chaque combinaison datum-projection porte un code numérique du registre EPSG, qui est la façon la plus sûre de la désigner dans un script ; le tableau 38.1 donne les codes utiles, vérifiés dans la base EPSG distribuée avec la bibliothèque PROJ.

Tableau 38.1. Systèmes de référence de coordonnées utiles à l'évaluation au Québec et codes EPSG

Système	EPSG	Nature	Emploi et remarques
WGS 84	4326	géographique (degrés)	GPS, services Web, GeoJSON ; pas de calcul de distance direct
NAD83	4269	géographique	datum nord-américain d'origine ; nombreux fichiers anciens
NAD83(SCRS)	4617	géographique	réalisation canadienne moderne ; produits gouvernementaux récents
NAD83 / MTM zone 7, 8, 9	32187, 32188, 32189	projetée, mètres	fuseaux de 3°, $k_0 = 0{,}9999$, faux est 304 800 m ; méridiens centraux 70,5, 73,5, 76,5° O
NAD83(SCRS) / MTM zone 7, 8, 9	2949, 2950, 2951	projetée, mètres	mêmes paramètres sur le datum SCRS
NAD83 / UTM zone 18N, 19N	26918, 26919	projetée, mètres	fuseaux de 6°, $k_0 = 0{,}9996$; 18N : 78–72° O, 19N : 72–66° O
NAD83 / Québec Lambert	32198	projetée, mètres	conique conforme, parallèles 46° et 60°, méridien 68,5° O ; cartes provinciales
WGS 84 / Pseudo-Mercator	3857	projetée, mètres	fonds de tuiles Web ; échelle fausse de 40 % à 45° de latitude : jamais pour mesurer

Source : registre EPSG tel que distribué dans PROJ 9.5.1 (`pyproj` 3.7.2), interrogé le 31 octobre 2026 ; la fiche en ligne `https://epsg.org` refuse l'accès automatisé.

Deux approximations sont utiles pour raisonner sur les projections sans les calculer. La première est la **projection équirectangulaire locale** des chapitre 19 : autour d'un point de référence (φ_0, λ_0), on pose

$$x = R \cos\varphi_0 \, (\lambda - \lambda_0), \qquad y = R\,(\varphi - \varphi_0), \tag{38.1}$$

avec $R = 6\,371{,}0\,\text{km}$ et les angles en radians. Elle est exacte au point de référence et son erreur relative sur une distance croît avec l'écart de latitude, de l'ordre de $\tfrac{1}{2}(\varphi - \varphi_0)\tan\varphi_0$ au premier ordre ; sur les 42 kilomètres d'étendue du cas 1, l'écart maximal à la distance géodésique atteint 83 mètres, soit 0,5 %, ce qui est tolérable pour une matrice de pondération et intolérable pour un calcul de superficie. La seconde approximation est le **facteur d'échelle**

d'une projection transverse de Mercator, qui mesure de combien une distance au sol est étirée sur le plan :

$$k(\varphi, \lambda) \approx k_0 \left[1 + \tfrac{1}{2}\,(\lambda - \lambda_0)^2 \cos^2 \varphi\right], \tag{38.2}$$

où k_0 est le facteur au méridien central. Le facteur vaut $k_0 < 1$ sur le méridien central, croît vers les bords du fuseau et dépasse l'unité à une distance d'environ 90 kilomètres du méridien ; les fuseaux de trois degrés du MTM bornent la distorsion à quelques dix-millièmes, ce qui explique leur usage cadastral. Pour le sujet du cas 1, situé à 0,76° à l'est du méridien central du fuseau 9, l'équation (38.2) donne $k = 0{,}999943$: une distance mesurée sur la carte MTM sous-estime la distance au sol de 0,006 %, et la projection restitue les distances géodésiques à 1,2 mètre près sur l'ensemble du jeu. Le exercice 38.1 fait refaire ce calcul pour d'autres positions.

Règles de travail sur les systèmes de référence

Toute table géospatiale porte son SRC et on le vérifie à la lecture (`gdf.crs`) ; une table sans SRC déclaré est une table dont on ne sait rien. Avant toute mesure, on projette toutes les couches dans un même SRC métrique adapté au territoire, le fuseau MTM du lieu pour une agglomération, Québec Lambert pour la province ; on ne calcule jamais une distance ou une surface en degrés, ni en Pseudo-Mercator. On documente au dossier le code EPSG retenu, comme on documente l'unité des superficies. Le passage d'un SRC à l'autre se fait par `to_crs`, jamais par une formule maison, sauf la projection locale de l'équation (38.1) dont on connaît les limites.

38.1.3 Les jeux de données québécois

Le chapitre 13 a dressé l'inventaire des sources de données de l'évaluation ; le tableau 38.2 en retient celles qui ont une géométrie et ajoute les couches de risque et d'urbanisme. Trois faits structurent cet inventaire. D'abord, le rôle d'évaluation foncière en format ouvert, diffusé par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation sous licence Creative Commons Attribution 4.0, existe depuis 2024 en version géoréférencée, géodatabase fichier et GeoPackage pour 2025 et 2026, GeoJSON pour les années antérieures : chaque unité d'évaluation des 1 140 municipalités y porte une géométrie, les cadastres, noms et adresses des propriétaires étant caviardés et leur réidentification interdite (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a ; Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2022a). C'est la couche de base de toute analyse d'évaluation de masse au Québec, celle qui fournit les centroïdes de parcelle du chapitre 14 et les attributs du bâti. Ensuite, les grandes villes publient leur zonage et, pour certaines, leurs zones inondables en données ouvertes : la Ville de Québec diffuse ses zones de zonage et ses permis (Ville de Québec 2026e ; Ville de Québec 2026b), Gatineau son zonage et une couche de zones inondables d'ancienne génération (Ville de Gatineau 2025c), Montréal ses unités d'évaluation avec un découpage sans valeur légale (Ville de Montréal 2026g). Enfin, les couches de risque les plus importantes, les cartographies de zones inondables de nouvelle génération du cadre réglementaire en vigueur depuis le 1er mars 2026, sont diffusées par le gouvernement du Québec dans une carte interactive et « publiées progressivement » (Gouvernement du Québec 2026d) ; l'évaluateur doit donc vérifier, pour chaque territoire, quelle génération de

cartographie est en vigueur, et les couches municipales antérieures ne remplacent pas la carte officielle.

Licences, caviardage et confidentialité

La licence Creative Commons Attribution 4.0 adoptée par Données Québec autorise la reproduction, la transformation et la rediffusion des jeux de données à condition d'en citer la source ; c'est sous cette licence que le rôle géoréférencé, Adresses Québec et les couches municipales du tableau 38.2 sont offerts (fiches consultées le 31 octobre 2026). La licence ne lève pas les obligations relatives aux renseignements personnels : la fiche du rôle en format ouvert précise que les noms et adresses postales des propriétaires sont caviardés et qu'il est interdit de les réidentifier (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a). L'évaluateur qui enrichit ses ventes d'attributs tirés du rôle travaille donc sur des unités d'évaluation anonymes appariées par position ou par matricule (chapitre 14), non sur des propriétaires. Les données de transaction qu'il y joint, elles, proviennent du registre foncier et des plateformes de courtage, dont les conditions d'utilisation sont décrites au chapitre 13 ; une carte publiée dans un rapport ne doit pas permettre de reconstituer le prix payé par une personne identifiable, ce qui conduit à agréger ou à décaler les points lorsque les ventes sont rares.

38.2 Les opérations élémentaires

Les variables spatiales d'un modèle hédonique résultent d'un petit nombre d'opérations que la figure 38.1 ordonne et que le tableau 38.3 résume. Chacune a une définition géométrique précise, un algorithme et une mise en œuvre dans `geopandas` ; chacune a aussi un piège caractéristique.

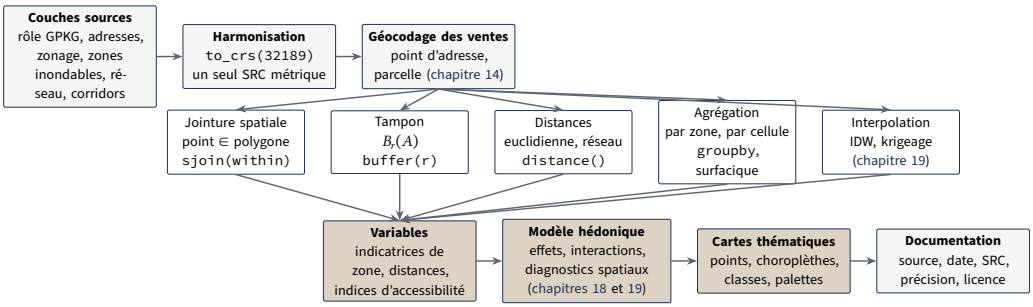


Figure 38.1. La chaîne des opérations SIG en évaluation : des couches sources harmonisées dans un même système de référence aux variables du modèle hédonique et aux cartes, chaque étape étant documentée. Les cinq opérations élémentaires sont détaillées au tableau 38.3.

Source : schéma de l'auteur.

38.2.1 La jointure spatiale et le test point dans polygone

La **jointure spatiale** attache à chaque objet d'une couche les attributs des objets d'une autre couche qui lui sont liés par une relation géométrique : la vente *est dans* la zone, le lot *touche* le corridor, la parcelle *intersecte* la zone inondable. La relation la plus utile en

Tableau 38.2. Jeux de données géospatiales ouverts utiles à l'évaluation résidentielle au Québec (état au 31 octobre 2026)

Jeu de données	Organisme	Format, licence	Contenu et usage ; limites
Rôle d'évaluation foncière du Québec, géoréférencé 2025–2026	MAMH, Données Québec	FGDB, GPKG ; GeoJSON (2013–2024) ; CC BY 4.0	Géométrie des unités d'évaluation des 1 140 municipalités, attributs du rôle (utilisation, logements, superficies, valeurs) ; propriétaires et cadastre caviardés ; mise à jour annuelle et index trimestriel
Adresses Québec ; Référentiel québécois des adresses	MRNF, Données Québec	géobase, points, services Web ; CC BY 4.0	Géocodage par point d'adresse et par tranche ; réseau routier avec odonymes ; transition vers le Référentiel jusqu'à la fin de 2026 (chapitre 14)
Cartographies des zones inondables et de mobilité en vigueur	Gouvernement du Québec (MELCCFP, MRNF)	carte interactive ; couches publiées progressivement	Classes d'intensité très élevée, élevée, modérée, faible ; zones de mobilité ; base du cadre du 1er mars 2026 ; la couverture est incomplète et la correspondance avec l'ancienne génération n'est pas énoncée
Zones inondables normé v1 ; zones de grand et faible courant	Ville de Gatineau, Données Québec	GeoJSON, SHP ; CC BY 4.0	Cartographie d'ancienne génération (annexe du règlement 502-2005) ; utile pour l'historique, à confronter à la carte officielle
Zones inondables réglementées	Ville de Québec, Données Québec	CSV, GeoJSON, KML, SHP ; CC BY 4.0	Zones annexées au schéma d'aménagement ; métadonnées de 2023, antérieures au cadre de 2026
Zonage municipal (zones, grilles de spécifications)	Villes de Québec et de Gatineau, Données Québec	CSV, GeoJSON, SHP ; CC BY 4.0	Polygones de zones et usages autorisés (chapitre 8) ; jointure spatiale avec les ventes pour l'usage permis
Unités d'évaluation foncière ; permis	Ville de Montréal	CSV, GeoJSON, SHP ; licence ouverte	Attributs du bâti et datation des travaux ; découpage sans valeur légale
Zone agricole, cartographie	CPTAQ	cartographie en ligne (Démeter)	Appartenance d'un lot à la zone agricole protégée (chapitre 8) ; pas de téléchargement libre vérifié
Répertoire des terrains contaminés	MELCCFP	recherche en ligne par adresse ou municipalité	Terrains inscrits lorsque la contamination excède généralement le critère B ; non exhaustif ; pas de couche géométrique : géocodage requis

Source : fiches Données Québec lues par l'API CKAN le 31 octobre 2026 (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a ; Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026a ; Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026b ; Ville de Gatineau 2025c ; Ville de Québec 2023 ; Ville de Québec 2026e ; Ville de Québec 2026b ; Ville de Montréal 2026g) ; pages gouvernementales (Gouvernement du Québec 2026d ; Commission de protection du territoire agricole du Québec 2026 ; Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs 2026) ; registre du chapitre (`verification/chapters/ch38-registry.csv`). Aucun fichier volumineux n'a été téléchargé pour cet ouvrage.

évaluation est l'appartenance d'un point à un polygone, qui donne à chaque vente la classe de la zone où elle se trouve. L'algorithme classique est le **lancer de rayon** : on trace depuis le point une demi-droite horizontale et l'on compte les arêtes du polygone qu'elle croise ; le point est intérieur si et seulement si ce nombre est impair. Pour un polygone de sommets $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ et un point (x, y),

$$\begin{aligned} \mathbb{1}\{(x,y) \in \mathscr{P}\} &= \Big[\sum_{i=1}^{n} c_i \Big] \bmod 2, \\ c_i &= \mathbb{1}\{(y_i > y) \neq (y_{i+1} > y)\} \cdot \mathbb{1}\Big\{ x < x_i + \tfrac{(y - y_i)(x_{i+1} - x_i)}{y_{i+1} - y_i} \Big\}, \end{aligned} \tag{38.3}$$

avec $(x_{n+1}, y_{n+1}) = (x_1, y_1)$; la première indicatrice retient les arêtes dont l'étendue verticale contient y, la seconde celles dont l'intersection avec la droite horizontale est à droite du point. Le calcul est linéaire dans le nombre de sommets, et les bibliothèques géométriques l'accélèrent par un index spatial qui écarte d'emblée les polygones dont la boîte englobante ne contient pas le point. La fonction `point_dans_polygone` de la bibliothèque `traite.geo` implémente l'équation (38.3) ; le script du chapitre vérifie qu'elle donne, sur les 600 ventes et la zone d'exposition fictive, exactement le même résultat que `shapely`. Dans `geopandas`, la jointure s'écrit en une ligne :

```
ventes = ventes.to_crs(32189)                          # NAD83 / MTM zone 9, metres
zones  = gpd.read_file("zones.gpkg").to_crs(ventes.crs)
j = gpd.sjoin(ventes, zones[["classe", "geometry"]],
              how="left", predicate="within")
```

Deux pièges guettent la jointure. Le premier est la *multiplicité* : si des polygones se chevauchent, une vente peut recevoir plusieurs lignes, et le dénombrement qui suit la compte deux fois ; il faut soit dissoudre les polygones par classe, soit retenir la classe la plus sévère. Le second est la *frontière* : le prédicat `within` exclut les points situés exactement sur le contour, `intersects` les inclut, et la différence n'est pas théorique lorsque les ventes ont été géocodées au centroïde de parcelles dont certaines bordent la zone. La précision du géocodage (chapitre 14) borne la confiance que l'on peut accorder à l'appartenance d'une vente proche de la limite : une erreur de position de quarante mètres suffit à faire changer de classe les ventes situées à moins de quarante mètres de la frontière, et le section 38.6 en mesurera la part.

38.2.2 Les tampons

Le **tampon** (*buffer*) de rayon r d'un ensemble A est l'ensemble des points situés à une distance au plus r de A,

$$B_r(A) = \{\, s \in \mathbb{R}^2 \,:\, d(s, A) \le r \,\} = A \oplus D_r, \tag{38.4}$$

c'est-à-dire la somme de Minkowski de A et du disque fermé de rayon r. Le tampon d'un point est un disque, celui d'une ligne un ruban aux extrémités arrondies, celui d'un polygone une version dilatée de ce polygone ; un rayon négatif érode. Les tampons servent à transformer une géométrie linéaire ou ponctuelle en zone d'influence, puis à tester l'appartenance des ventes à cette zone : « à moins de 300 mètres de l'autoroute », « à moins de 500 mètres d'une station », « dans la bande de 15 mètres de la rive ». La couronne entre deux rayons, $B_{r_2}(A) \setminus B_{r_1}(A)$, définit des classes de distance emboîtées, et c'est ainsi que le script du

chapitre construit ses deux classes d'exposition fictives autour d'un cours d'eau fictif. Le choix du rayon est une décision de modélisation, pas une donnée : la section 38.8 montrera que le coefficient d'une indicatrice de tampon varie avec le rayon et que le nombre de ventes incluses, donc la précision du coefficient, en dépend fortement. En `geopandas`, `corridor.buffer(300)` produit la zone et `ventes.within(zone)` l'indicatrice.

38.2.3 Les distances : euclidienne, orthodromique, réseau

Dans un SRC projeté, la distance entre deux points est euclidienne et la méthode `distance` d'une `GeoSeries` la calcule, y compris d'un point à la ligne ou au polygone le plus proche. Sur la sphère, la distance orthodromique entre deux positions en degrés se calcule par la formule du **haversine**,

$$d = 2R \arcsin\sqrt{\sin^2(\Delta\varphi/2) + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \, \sin^2(\Delta\lambda/2)}, \qquad \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1, \; \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1, \tag{38.5}$$

numériquement stable aux courtes distances, contrairement à la formule de la loi des cosinus sphérique. Avec $R = 6\,371{,}0$ km, elle s'écarte de la distance géodésique sur l'ellipsoïde WGS84 de 0,3 % au plus à la latitude de Gatineau, ce qui est négligeable pour l'évaluation mais supérieur à l'écart de la projection MTM. Le exercice 38.2 compare les trois mesures sur un cas simple.

La distance qui compte pour un ménage n'est toutefois ni euclidienne ni orthodromique : c'est la **distance réseau**, longueur du plus court chemin sur le réseau routier ou de transport en commun, ou mieux encore le temps de parcours. La distance réseau est toujours supérieure ou égale à la distance euclidienne, et le rapport des deux, le **coefficient de détour**, mesure la sinuosité du réseau :

$$d_{\text{réseau}}(i,j) \geq d_{\text{eucl}}(i,j), \qquad \delta_{ij} = \frac{d_{\text{réseau}}(i,j)}{d_{\text{eucl}}(i,j)} \in [1, \infty), \tag{38.6}$$

avec, pour un réseau orthogonal idéal, la borne $\delta \leq \sqrt{2}$ atteinte lorsque le trajet est diagonal. Sur un quadrillage parfait, la distance réseau se confond avec la distance de Manhattan $|\Delta x| + |\Delta y|$; dans le jeu du cas 1, le rapport entre la distance de Manhattan et la distance euclidienne du sujet aux 600 ventes vaut 1,33 en moyenne et 1,37 en médiane, ce qui donne l'ordre de grandeur de l'erreur commise en substituant l'une à l'autre dans un tissu urbain régulier. Le calcul d'une vraie distance réseau exige un graphe routier, celui d'Adresses Québec ou d'OpenStreetMap, et un algorithme de plus court chemin ; il dépasse le cadre de ce chapitre, mais trois faits méritent d'être retenus. Les travaux québécois sur l'accessibilité, de Des Rosiers et al. (2000) à Dubé et al. (2013), utilisent des temps de parcours calculés sur réseau plutôt que des distances à vol d'oiseau, parce que les barrières physiques, rivières, voies ferrées, autoroutes sans traverse, rendent la distance euclidienne trompeuse précisément là où les écarts de valeur sont les plus grands. À l'inverse, la distance euclidienne reste la bonne mesure des nuisances physiques, bruit, vue, odeurs, qui ne suivent pas les rues. Enfin, pour un indice d'accessibilité à de nombreuses destinations, la distance euclidienne corrigée d'un coefficient de détour moyen donne souvent des résultats proches de la distance réseau, parce que les erreurs se compensent ; pour une distance à une seule destination, elle peut être très mauvaise.

38.2.4 L'agrégation par zone et la pondération surfacique

Agréger, c'est résumer les objets d'une zone par une statistique, effectif, médiane du prix au mètre carré, résidu moyen, qui devient l'attribut de la zone. Lorsque la zone est un polygone et les objets des points, l'agrégation est une jointure spatiale suivie d'un `groupby`. Le choix des zones n'est pas neutre : des unités administratives, secteurs, aires de diffusion, unités de voisinage du rôle, portent un sens mais ont des tailles inégales ; une grille régulière, carrée ou hexagonale, n'a aucun sens administratif mais produit des cellules comparables, et l'hexagone a l'avantage sur le carré d'avoir tous ses voisins à égale distance et de mieux épouser les formes courbes. Le résultat dépend des frontières retenues, c'est le **problème des unités spatiales modifiables** : une même distribution de points donne des cartes différentes selon la taille et le tracé des zones, et une corrélation calculée sur des agrégats ne vaut pas pour les individus. Les effets fixes de grille du chapitre 19 en sont une illustration.

Un problème voisin se pose lorsqu'une variable connue par zones sources, la population d'une aire de diffusion par exemple, doit être transférée à des zones cibles qui ne s'emboîtent pas, les secteurs d'un évaluateur. La **pondération surfacique** suppose la variable uniformément répartie dans chaque zone source et attribue à la cible la part proportionnelle à l'aire d'intersection :

$$\hat{v}_t = \sum_s v_s \, \frac{\text{aire}(s \cap t)}{\text{aire}(s)}. \tag{38.7}$$

L'hypothèse d'uniformité est fausse dès que la variable se concentre, et l'erreur peut être grande pour de petites cibles. Le script du chapitre en donne la mesure : en transférant les effectifs de ventes des cellules hexagonales du cas 1 vers une grille carrée de quatre kilomètres, l'estimation surfacique s'écarte du comptage exact de 2,9 ventes en moyenne absolue par carré, et de 14,9 au plus, pour des carrés qui en comptent de 1 à 80 ; une part de la masse (1,7 vente sur 600) fuit vers des carrés sans aucune vente. Des méthodes plus fines, dasymétriques, utilisent une couche auxiliaire, l'occupation du sol ou les points d'adresses, pour redistribuer la variable là où elle est plausible ; le rôle géoréférencé est, au Québec, la couche auxiliaire idéale, puisqu'il donne le nombre de logements de chaque parcelle.

38.2.5 L'interpolation

Interpoler, c'est estimer la valeur d'une variable continue en un point où elle n'est pas observée à partir des observations voisines. L'**inverse de la distance** (IDW) est la méthode la plus simple :

$$\hat{z}(s_0) = \frac{\sum_i w_i \, z_i}{\sum_i w_i}, \qquad w_i = d(s_0, s_i)^{-p}, \tag{38.8}$$

où la puissance p règle la localité : $p = 1$ lisse, $p = 3$ ne retient presque que les plus proches voisins. L'IDW n'a pas de modèle statistique, donc pas de variance d'estimation, et il donne aux observations regroupées un poids cumulé excessif ; le krigeage du chapitre 19 corrige ces deux défauts en tirant les poids d'un variogramme. L'exemple du cas 1 permet de comparer : l'IDW du résidu du modèle sans indicatrices de secteur au sujet vaut $-0{,}054$ avec $p = 1$, $-0{,}060$ avec $p = 2$ et $-0{,}066$ avec $p = 3$, à rapprocher du résidu krigé de $-0{,}060$ obtenu au chapitre 19 ; en validation croisée, l'erreur quadratique moyenne des résidus passe de 0,103 sans correction à 0,086 avec $p = 1$, 0,090 avec $p = 2$ et 0,095 avec $p = 3$, contre 0,088 pour le krigeage. Sur un processus par paliers comme celui du cas 1, un lissage prononcé fait aussi

bien que le krigeage ; sur un processus continu, le krigeage l'emporte, et il fournit en outre l'incertitude.

Tableau 38.3. Les cinq opérations SIG élémentaires : définition, algorithme, mise en œuvre et piège caractéristique

Opération	Définition et formule	`geopandas` / `shapely`	Piège
Projection	changement de SRC ; distorsion mesurée par le facteur d'échelle, équation (38.2)	`to_crs(epsg)` ; `crs`	distances en degrés ; couches dans des SRC différents ; Pseudo-Mercator
Jointure spatiale	attributs des polygones transférés aux points selon un prédicat ; point dans polygone par lancer de rayon, équation (38.3)	`sjoin(predicate="within")` ; `within`, `intersects`	doublons (polygones chevauchants) ; points sur la frontière ; précision du géocodage
Tampon	$B_r(A) = A \oplus D_r$, équation (38.4) ; couronnes $B_{r_2} \setminus B_{r_1}$	`buffer(r)` ; `difference`	rayon arbitraire ; peu de ventes dans les petits tampons
Distance	euclidienne dans un SRC projeté ; haversine en degrés, équation (38.5) ; réseau $\geq$ euclidienne, équation (38.6)	`distance(geom)` ; `sjoin_nearest`	vol d'oiseau à travers une rivière ; distance à la géométrie la plus proche plutôt qu'à la pertinente
Agrégation, interpolation	statistique par zone ; pondération surfacique, équation (38.7) ; IDW, équation (38.8) ; krigeage (chapitre 19)	`sjoin` + `groupby` ; `overlay` ; `traite.geo.idw`	unités spatiales modifiables ; uniformité supposée ; cellules presque vides

Source : synthèse de l'auteur ; toutes les fonctions citées sont appelées dans `analysis/python/cases/ch38_sig.py`.

38.3 Accessibilité et aménités

38.3.1 Des distances aux indices

La variable spatiale la plus ancienne des modèles de prix est la distance au centre, dont le chapitre 5 a tiré le gradient de rente. Une ville réelle a plusieurs centres, de nombreux équipements et des nuisances, et la liste des distances à chacun d'eux devient vite trop longue pour un modèle estimé sur quelques centaines de ventes ; les variables de distance sont de surcroît fortement corrélées entre elles. Trois formes résument l'information. La *distance à l'équipement le plus proche* (école, parc, station) est simple et parlante, mais elle ignore le nombre et la taille des équipements ; Des Rosiers et al. (2001) ont montré à Québec que la taille de l'école primaire et sa proximité jouent toutes deux, et dans des directions qui peuvent s'opposer, une école très proche apportant aussi du bruit et de la circulation. Les *indicatrices de tampon* transforment la distance en classes, à moins de 300 mètres, de 300 à 800 mètres, ce qui laisse les données révéler une forme non linéaire au prix d'une perte d'information et d'un choix de seuils. L'*indice gravitaire*, enfin, agrège toutes les destinations en une seule mesure.

38.3.2 L'indice gravitaire et sa dérivation

L'indice d'accessibilité de Hansen, déjà rencontré à l'équation (5.15), pondère chaque destination k par sa masse E_k et par une fonction décroissante de la distance :

$$A_i = \sum_{k=1}^{K} E_k \, f(d_{ik}), \qquad f(d) = e^{-\lambda d} \text{ ou } f(d) = d^{-\beta}. \tag{38.9}$$

Le paramètre de friction λ fixe la portée : avec $\lambda = 0{,}25$ par kilomètre, une destination à 4 kilomètres compte pour 37 % de son poids, à 8 kilomètres pour 14 % ; la forme en puissance décroît plus vite près de l'origine et plus lentement au loin. Cette forme n'est pas arbitraire : elle découle d'un modèle de choix discret. Supposons qu'un ménage situé en i choisisse une destination k dont l'utilité est $U_{ik} = \ln E_k - \lambda d_{ik} + \epsilon_{ik}$, la masse mesurant l'attrait, la distance le coût, et ϵ_{ik} un terme aléatoire de loi de Gumbel indépendant d'une destination à l'autre. L'utilité espérée du meilleur choix, la **somme logarithmique** du modèle logit, vaut alors

$$\mathrm{E}\Big[\max_k U_{ik}\Big] = \ln \sum_{k=1}^{K} \exp\big(\ln E_k - \lambda d_{ik}\big) + \gamma = \ln A_i + \gamma, \tag{38.10}$$

où $\gamma \approx 0{,}5772$ est la constante d'Euler–Mascheroni. Le logarithme de l'indice gravitaire est donc, à une constante près, le surplus espéré qu'un ménage retire de la position i ; c'est pourquoi la spécification naturelle du modèle hédonique est $\theta \ln A_i$, comme à l'équation (5.16), et non A_i lui-même. La dérivation dit aussi ce que mesure λ : l'arbitrage entre un kilomètre de plus et le logarithme de la masse, autrement dit la valeur du temps relativement à la variété de l'offre. Sa valeur doit être estimée ou empruntée à une étude de déplacements ; on ne la devine pas. La bibliothèque `traite.geo` fournit `accessibilite_gravitaire` pour les deux formes de f.

38.3.3 Aménités, désaménités et externalités

Les aménités, parcs, plans d'eau, vues, écoles réputées, commerces, et les désaménités, autoroutes, voies ferrées, lignes de transport d'électricité, sites industriels, sont des externalités de localisation que le marché capitalise dans les prix. Leur mesure par SIG suit toujours le même schéma : une couche de la source d'externalité, une opération de distance ou de tampon, une variable dans le modèle. La difficulté n'est pas le calcul, elle est l'identification. D'abord, la plupart des aménités sont *coproduites* par la localisation : un parc est là où le quartier est ancien et central, une autoroute là où le terrain était bon marché ; la variable d'aménité capte alors une part de la prime de quartier, et le section 38.6 montrera à quel point. Ensuite, l'effet d'une même source varie avec la distance et le sens : Dubé et al. (2013) trouvent, pour les gares de train de banlieue de la Rive-Sud de Montréal, une prime d'accessibilité qui croît à mesure que l'on s'approche puis se retourne au voisinage immédiat de la gare, où le bruit et le stationnement dominent ; la spécification doit admettre cette non-monotonie, par des classes de distance ou par un polynôme. Enfin, les effets sont hétérogènes selon les acheteurs : Kestens et al. (2006) montrent à Québec que les attributs de l'environnement, couvert végétal, usages du sol environnants, sont valorisés différemment selon le profil du ménage, et Thériault et al. (2003) que les prix implicites interagissent avec la localisation. Les ouvrages de Thériault et Des Rosiers (2011) font la synthèse de ces travaux, qui ont établi, sur des données québécoises, les pratiques de ce chapitre.

38.4 Les risques géospatiaux

38.4.1 Les zones inondables et le cadre de 2026

Le risque d'inondation est, au Québec, le risque géospatial le mieux cartographié et le plus réglementé. Le chapitre 8 a décrit le cadre réglementaire entré en vigueur le 1er mars 2026 et modifié le 29 juillet 2026, fondé sur la définition des milieux hydriques de la Loi sur la qualité de l'environnement, qui inclut « les zones inondables d'un lac ou d'un cours d'eau ainsi que les zones de mobilité d'un cours d'eau » (Québec 1972, art. 46.0.2 al. 3, par. 2.1°), et ses conséquences sur ce qu'une résidence peut être, construite, agrandie, reconstruite (Gouvernement du Québec 2026c ; Gouvernement du Québec 2026l). Ce qui intéresse le présent chapitre est la structure de la cartographie. Les cartographies de nouvelle génération classent l'exposition en quatre **classes d'intensité**, très élevée, élevée, modérée et faible, en croisant la probabilité d'inondation sur un horizon de 25 ans, plus de 70 %, de 70 à 20 %, de 20 à 7 %, et la profondeur d'eau attendue, plus de 60 centimètres, de 30 à 60, de 0 à 30, les zones d'embâcle étant classées très élevée (Gouvernement du Québec 2026d). Pour le modélisateur, cette grille a deux vertus. Elle est *ordinale* : les classes se rangent et l'on peut tester que les coefficients sont monotones. Et elle est *probabiliste* : les bornes de probabilité sur 25 ans se convertissent en probabilités annuelles d'au moins une occurrence, sous l'hypothèse d'indépendance d'une année à l'autre,

$$p_1 = 1 - (1 - P_{25})^{1/25}, \tag{38.11}$$

ce qui donne 4,7 % par année pour la borne de 70 %, 0,9 % pour 20 % et 0,29 % pour 7 %. L'ancienne cartographie en zones de grand courant (récurrence de 0 à 20 ans) et de faible courant (20 à 100 ans) raisonnait en périodes de retour, dont l'inverse est la probabilité annuelle ; la correspondance entre les deux générations n'est pas énoncée par les pages gouvernementales consultées, et l'évaluateur qui dispose d'une couche municipale d'ancienne génération, comme celle de Gatineau (Ville de Gatineau 2025c), doit la traiter comme une information distincte, non comme une traduction des nouvelles classes.

La probabilité annuelle permet un premier raisonnement sur la valeur, que le chapitre 43 développera. Si une inondation cause un dommage égal à une fraction D de la valeur et survient avec la probabilité annuelle p_1, la perte annuelle espérée vaut $p_1 D V$; un acheteur qui la capitalise au taux R en retranche la valeur présente,

$$\frac{\Delta V}{V} = -\frac{p_1 D}{R}. \tag{38.12}$$

Le tableau 38.4 applique l'équation (38.12) aux trois bornes de probabilité du cadre de 2026, avec des fractions de dommage *hypothétiques* de 15, 8 et 3 % décroissant avec la profondeur, un taux de 5,5 % et la valeur hédonique du sujet du cas 1. La décote capitalisée passe de 12,8 % pour la borne haute à 0,16 % pour la borne basse : l'essentiel de l'effet se concentre dans les classes fréquentes, et une classe faible ne devrait presque rien peser si le marché ne tarifait que la perte espérée. Or la littérature trouve davantage : Bin et Polasky (2004) mesurent une décote qui s'accroît après un événement, Bin et al. (2008) montrent qu'en zone côtière la décote de risque coexiste avec une prime d'aménité pour la proximité de l'eau, qui la masque si l'on ne les sépare pas, et Bernstein et al. (2019) que des propriétés exposées à une élévation future du niveau de la mer se vendent déjà moins cher que des

propriétés comparables non exposées, ce qui révèle une anticipation du risque au-delà de la perte espérée courante. La règle de 2026 ajoute à la perte espérée une restriction juridique, l'interdiction de reconstruire dans les classes très élevée, élevée et modérée hors conditions, dont la valeur d'option perdue s'additionne à la décote de l'équation (38.12) ; c'est l'objet du chapitre 43.

Tableau 38.4. Décote capitalisée d'une perte annuelle espérée selon la borne de probabilité des classes d'intensité du cadre de 2026 (hypothèses pédagogiques de dommage ; $R = 5{,}5\ \%$; $V = 637\,953$ \$)

P_{25} (%)	p_1 (%)	Dommage D (%)	Perte annuelle (% de V)	Décote $\Delta V / V$ (%)	Décote (\$)
70	4,70	15	0,71	12,82	81 805
20	0,89	8	0,07	1,29	8 246
7	0,29	3	0,01	0,16	1 009

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch38_sig.py (fonction `exemple_capitalisation`) ; équations (38.11) et (38.12) ; bornes de probabilité d'après Gouvernement du Québec (2026d) ; les fractions de dommage sont des hypothèses, non des mesures

38.4.2 Glissements de terrain, contamination, bruit

Les autres risques sont moins bien dotés en couches ouvertes, et leur intégration passe davantage par le règlement de zonage et par le registre foncier que par une carte téléchargeable. La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme permet aux municipalités de régir ou de prohiber les usages et constructions « compte tenu […] des dangers d'inondation, d'éboulis, de glissement de terrain » (Québec 1979a, art. 113 al. 2, par. 16°) ; les zones de contraintes relatives aux glissements de terrain figurent aux schémas d'aménagement des municipalités régionales de comté et aux règlements de zonage, et c'est dans ces documents, dont certains sont diffusés en format géospatial par les villes qui publient leur zonage, que l'évaluateur trouve les polygones. La jointure spatiale d'une vente avec la couche de zonage livre à la fois l'usage permis, dont le chapitre 8 a montré l'importance pour la plus haute et meilleure utilisation, et l'appartenance aux zones de contraintes ; aucune donnée de ce type n'a été téléchargée pour l'ouvrage, et la couverture réelle de ces couches n'a pas été vérifiée.

La contamination des sols est un risque ponctuel, attaché à un terrain, et sa source principale n'est pas une carte mais le *registre foncier* : la Loi sur la qualité de l'environnement oblige à requérir l'inscription d'un avis de contamination dès qu'une étude révèle un dépassement des valeurs limites, avis qui désigne le terrain, l'utilisation autorisée par le zonage et un résumé de l'étude signé par un professionnel, et l'avis de décontamination suit les travaux (Québec 1972, art. 31.58 et 31.59) ; les municipalités tiennent une liste publique des terrains contaminés et y subordonnent les permis (Québec 1972, art. 31.68). Le Répertoire des terrains contaminés du ministère de l'Environnement recense les terrains dont la contamination excède généralement le critère B du Guide d'intervention, en avertissant qu'il ne s'agit pas d'un inventaire exhaustif (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs 2026). Pour en faire une variable, il faut géocoder les adresses du répertoire, puis calculer pour chaque vente la distance au terrain contaminé le plus proche ou l'appartenance à un tampon ; l'avis au registre foncier, lui, se consulte à l'unité pour le sujet et ses comparables (chapitre 13). Le cas 4 porte une indicatrice de contamination pour deux de ses 48 immeubles ; le chapitre 43 traite de la

mesure de la décote et des coûts de réhabilitation.

Le bruit et les nuisances de transport sont des externalités linéaires : autoroutes, voies ferrées, corridors aériens, lignes électriques. La couche source est le tracé, que fournissent les géobases routières et ferroviaires ; l'opération est le tampon ou la distance ; la variable est une indicatrice de proximité ou le logarithme de la distance. Les cartes de bruit modélisées, lorsqu'elles existent, sont des matrices dont on extrait le niveau sonore à la position de chaque vente, ce qui vaut mieux qu'une distance parce que l'atténuation dépend du relief, des écrans et du trafic. Le signe attendu est négatif pour le bruit et positif pour l'accessibilité qu'apporte la même infrastructure, et les deux effets se superposent dans l'espace ; la spécification doit les séparer, par exemple par une distance à l'échangeur ou à la station pour l'accès et une distance à la chaussée ou à la voie pour la nuisance.

38.4.3 Intégrer les risques au modèle hédonique

La forme générale du modèle hédonique de l'ouvrage, $\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^\top \beta + \tau_{t(i)} + \mu_{s(i)} + \varepsilon_i$, accueille les variables géospatiales de trois manières :

$$\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^\top \beta + \tau_{t(i)} + \mu_{s(i)} + \sum_{c} \delta_c \, \mathbb{1}\{i \in \mathcal{Z}_c\} + \gamma \, g(d_i) + \theta \ln A_i + \sum_{c} \eta_c^\top \mathbf{x}_i \, \mathbb{1}\{i \in \mathcal{Z}_c\} + \varepsilon_i. \quad (38.13)$$

Les indicatrices de classe $\mathbb{1}\{i \in \mathcal{Z}_c\}$ mesurent l'effet moyen d'appartenir à la zone c ; la fonction de distance $g(d_i)$, typiquement $\ln(1 + d_i/d_0)$ pour une distance en mètres rapportée à une échelle d_0, mesure un effet continu ; le logarithme de l'accessibilité $\ln A_i$ porte l'effet de la position relative ; les interactions η_c laissent le prix implicite d'une caractéristique varier avec l'exposition, par exemple la valeur d'un sous-sol fini en zone inondable, et sont la façon la plus directe de représenter qu'un risque ne frappe pas toutes les composantes du bien de la même manière. Trois règles d'estimation découlent des chapitres 18 et 19. Les effets fixes de localisation $\mu_{s(i)}$ doivent être présents et fins, parce que les zones de risque sont elles-mêmes localisées et que leur coefficient absorbe sinon la prime de quartier omise ; Kuminoff et al. (2010) et Bishop et al. (2020) ont montré que c'est la spécification des effets fixes, plus que la forme fonctionnelle, qui décide de la crédibilité d'un prix implicite d'aménité. Les erreurs-types doivent tenir compte de la dépendance spatiale résiduelle, par les tests et les modèles du chapitre 19, faute de quoi les variables de zone paraissent significatives alors qu'elles ne le sont pas. Et le nombre de ventes dans chaque zone borne ce que l'on peut détecter : pour un coefficient d'indicatrice, l'erreur-type est approximativement $\sigma / \sqrt{n \, \pi (1-\pi)(1 - R_z^2)}$, où π est la part des ventes dans la zone et R_z^2 la part de variance de l'indicatrice expliquée par les autres régresseurs, de sorte que l'**effet minimal détectable** avec une puissance de 80 % au seuil de 5 % vaut

$$\mathrm{EMD} = (z_{0,975} + z_{0,80}) \, \widehat{\mathrm{se}}(\hat{\delta}) \approx 2{,}80 \, \widehat{\mathrm{se}}(\hat{\delta}). \quad (38.14)$$

Avec 31 ventes sur 600 dans une zone et $\sigma = 0{,}083$, l'exemple donnera un EMD de 4,9 % : une décote de 3 % y est indétectable, et son absence de signification ne prouve pas son absence. Cette arithmétique devrait précéder toute tentative de mesurer un risque rare sur un échantillon local.

38.5 La cartographie thématique

Une carte est un argument, et comme tout argument elle peut tromper. Quatre décisions la gouvernent. La *représentation* : des points proportionnels pour des quantités attachées

à des objets discrets (le prix d'une vente, la valeur d'un immeuble), une **choroplèthe**, c'est-à-dire des zones teintées, pour des rapports ou des densités attachés à des zones (prix médian au mètre carré, part de la valeur en zone inondable, résidu moyen), jamais une choroplèthe pour des effectifs bruts, parce que la grande zone paraîtrait toujours importante. La *classification* : une variable continue est découpée en quatre à six classes dont les bornes se choisissent par intervalles égaux, lisibles mais sensibles aux valeurs extrêmes ; par quantiles, qui équilibrent les effectifs mais séparent des valeurs voisines et réunissent des valeurs éloignées ; ou par **ruptures naturelles** de Fisher–Jenks, qui minimisent la somme des carrés des écarts intra-classe,

$$\min_{b_1<\cdots<b_{k-1}} \sum_{c=1}^{k} \sum_{i \in c} (z_i - \bar{z}_c)^2, \qquad \mathrm{GVF} = 1 - \frac{\sum_c \sum_{i \in c} (z_i - \bar{z}_c)^2}{\sum_i (z_i - \bar{z})^2}, \tag{38.15}$$

le critère GVF (*goodness of variance fit*) mesurant la part de variance que la classification restitue ; la programmation dynamique en donne la solution exacte, implémentée dans `traite.geo.bornes_jenks`. La *palette* : une variable ordonnée de même signe appelle une palette *séquentielle*, du clair au foncé, celle de l'ouvrage étant `palette.seq` ; une variable qui s'écarte d'une référence dans deux directions, un résidu, un écart à la médiane, une variation, appelle une palette *divergente* centrée sur la référence, `palette.div`, bleu pour le négatif, gris neutre au centre, rouge pour le positif ; une variable nominale, les secteurs, appelle des teintes catégorielles distinctes, au plus six. Un arc-en-ciel n'est jamais justifié, parce que l'œil n'y lit pas d'ordre. La *légende et la source* : chaque classe est libellée par ses bornes avec unités, les zones non cartographiées (trop peu d'observations) sont distinguées par une hachure plutôt que laissées blanches, et la source, le système de référence et la date figurent sous la carte, comme pour tout tableau de l'ouvrage. Les cartes de ce chapitre ne portent aucun fond de tuiles, ni par choix esthétique ni par contrainte technique seulement : les coordonnées du cas 1 sont synthétiques, et un fond réel suggérerait des lieux qui n'existent pas. Sur des données réelles, un fond discret, limites administratives, hydrographie, réseau principal, aide à se repérer ; les tuiles en Pseudo-Mercator ne doivent servir qu'à l'affichage, jamais à la mesure.

38.6 Exemple intégral : polygones fictifs sur le cas 1 et faux positifs spatiaux

Données synthétiques

Le dossier du cas 1 est synthétique. Les 600 ventes de `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` ont été générées par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois de `data/synthetic/README.md` : primes de secteur, gradient de distance au centre, tendance temporelle, bruit indépendant d'écart-type 0,085. Les coordonnées sont fictives et ne désignent aucun lieu. Toutes les géométries de cette section, le « cours d'eau fictif » et ses deux classes d'exposition, le « corridor de transport fictif » et ses tampons, les trois « pôles » de l'indice d'accessibilité, sont déclarées en dur dans `analysis/python/cases/ch38_sig.py`, en coordonnées NAD83 / MTM zone 9, et ne représentent ni la rivière des Outaouais, ni une autoroute, ni un centre réel ; elles

sont dessinées pour traverser les grappes de ventes. Le générateur ne contient *aucune* de ces variables : leur effet vrai sur les prix est exactement nul, et c'est ce qui fait l'intérêt de l'exercice. Tous les chiffres sont reproduits par `ch38_sig.py`, les figures par `analysis/python/figures/ch38_figures.py`.

38.6.1 Projection et géométries

Les 600 ventes et le sujet, fournis en latitude et longitude, sont projetés en NAD83 / MTM zone 9 (EPSG 32189) : le sujet se trouve en $x = 364\,316$ mètres, $y = 5\,031\,566$ mètres, le jeu s'étend sur 42,2 kilomètres d'est en ouest et 27,5 du sud au nord, et le facteur d'échelle au sujet vaut 0,999943. Les distances du sujet aux 600 ventes calculées dans cette projection s'écartent des distances géodésiques WGS84 de 1,2 mètre au plus ; celles de la projection équirectangulaire locale du chapitre 19 de 82,8 mètres (0,51 %) et celles du haversine de 70,8 mètres (0,28 %). Le cours d'eau fictif est une polyligne de 43,8 kilomètres qui traverse les secteurs d'Aylmer et de Hull dans leur partie sud ; sa classe d'exposition A, tampon de 350 mètres, couvre 31,0 kilomètres carrés et sa classe B, couronne de 350 à 900 mètres, 50,3 kilomètres carrés. Le corridor fictif est une polyligne de 24,5 kilomètres orientée du sud-ouest au nord-est entre Hull et le secteur Gatineau ; son tampon de référence de 300 mètres couvre 15,0 kilomètres carrés. Les trois pôles reçoivent des masses de 100, 40 et 30 et l'indice gravitaire est exponentiel avec $\lambda = 0{,}25$ par kilomètre. La figure 38.2 situe le tout.

38.6.2 Jointure spatiale, distances et agrégation

La jointure spatiale par le prédicat `within` attribue 31 ventes à la classe A et 57 à la classe B, toutes dans Hull (14 et 19) et Aylmer (17 et 38) ; les secteurs Gatineau, Buckingham et Masson-Angers n'en comptent aucune, par construction de la géométrie. Le tampon de 300 mètres du corridor contient 17 ventes, dont 14 à Hull. La distance médiane au corridor est de 2,0 kilomètres à Hull et de 16,8 kilomètres à Buckingham ; l'indice d'accessibilité moyen vaut 74 à Hull, où se trouve le pôle principal, 44 dans le secteur Gatineau, 26 à Aylmer et moins de 0,5 dans les deux secteurs périphériques, que leur éloignement rend presque invisibles à un indice exponentiel. Le tableau 38.5 rassemble ces résultats avec le prix médian au mètre carré de chaque secteur.

Tableau 38.5. Jointure spatiale et distances aux géométries fictives, par secteur du cas 1 (données synthétiques)

Secteur	Ventes	Classe A	Classe B	Corr. ≤ 300 m	Dist. corr. méd. (km)	A_i moyen	Prix méd. (\$/m^2)
Hull	186	14	19	14	2,0	74,3	3 526
Gatineau	200	0	0	1	2,8	43,6	3 451
Aylmer	125	17	38	2	4,5	26,4	3 663
Buckingham	42	0	0	0	16,8	0,2	2 667
Masson-Angers	47	0	0	0	16,8	0,4	2 686
Ensemble	600	31	57	17	3,1	43,1	3 418

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch38_sig.py ; prédicat `within` ; distances euclidiennes en NAD83 / MTM zone 9 ; indice gravitaire exponentiel, $\lambda = 0{,}25$/km, masses 100, 40 et 30

L'agrégation par cellule hexagonale de 1,2 kilomètre de rayon (3,74 kilomètres carrés)

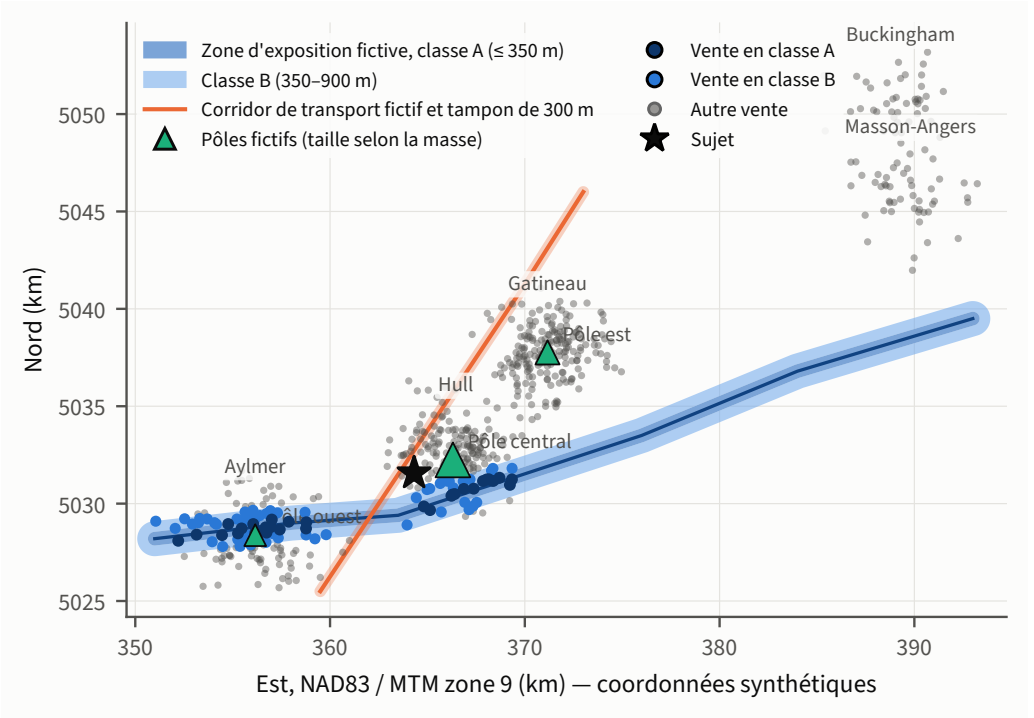


FIGURE 38.2. Les 600 ventes du cas 1 projetées en NAD83 / MTM zone 9, avec les géométries fictives du chapitre : cours d'eau et ses deux classes d'exposition (tampons de 350 et 900 m), corridor de transport et son tampon de 300 m, pôles de l'indice d'accessibilité et sujet. Les ventes tombant dans les classes A et B sont distinguées. Aucune de ces géométries ne correspond à un objet réel.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch38_figures.py, graine 20261031

couvre l'étendue du jeu de 374 cellules, dont 69 contiennent au moins une vente et 30 en contiennent au moins cinq, seuil en deçà duquel une médiane n'est pas cartographiée. La figure 38.3 présente la médiane du prix au mètre carré de ces 30 cellules selon les trois classifications de la section 38.5, et le tableau 38.6 en donne les bornes. Les intervalles égaux, de 2 546 à 4 106 \$/m² par pas de 312, laissent deux cellules seulement dans la deuxième classe et concentrent onze cellules dans la quatrième ; les quantiles mettent six cellules par classe mais tracent une frontière entre 3 441 et 3 555 \$/m², soit dans l'épaisseur du bruit d'échantillonnage d'une médiane sur cinq à vingt ventes ; les ruptures naturelles isolent les deux cellules périphériques bon marché (moins de 3 004 \$/m²) et les cellules chères d'Aylmer (plus de 3 925 \$/m²) avec un GVF de 0,964, contre 0,952 et 0,909. La leçon n'est pas que Jenks l'emporte toujours ; c'est qu'une carte à quantiles et une carte à intervalles égaux de la même variable racontent des histoires différentes, et que le lecteur d'un rapport doit pouvoir savoir laquelle il regarde. Le quatrième panneau de la figure 38.3 montre l'usage de la palette divergente : le résidu moyen du modèle de référence par cellule, centré sur zéro, oscille entre −0,050 et +0,050 sans structure, ce qui est la contrepartie cartographique de la statistique de Moran nulle du chapitre 19.

Tableau 38.6. Bornes des cinq classes de la médiane du prix au mètre carré par cellule (30 cellules) selon la méthode de classification, effectifs et GVF (données synthétiques)

Méthode	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	GVF
Intervalles égaux	2 546 – 2 858	2 858 – 3 170	3 170 – 3 482	3 482 – 3 794	3 794 – 4 106	0,952
	(4)	(2)	(9)	(11)	(4)	
Quantiles	2 546 – 3 165	3 165 – 3 441	3 441 – 3 555	3 555 – 3 650	3 650 – 4 106	0,909
	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	
Fisher–Jenks	2 546 – 3 004	3 004 – 3 358	3 358 – 3 548	3 548 – 3 925	3 925 – 4 106	0,964
	(4)	(5)	(8)	(9)	(4)	

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch38_sig.py ; bornes en \$/m², effectifs entre parenthèses ; équation (38.15)

38.6.3 Les variables géospatiales dans le modèle hédonique

Le tableau 38.7 ajoute au modèle de référence du cas 1 (`traite.cas1.hedonique`) les cinq variables géospatiales construites plus haut, indicatrices des classes A et B, indicatrice du tampon de 300 mètres, logarithme de la distance au corridor et logarithme de l'accessibilité, et répète l'estimation pour les deux spécifications dégradées du chapitre 19, sans indicatrices de secteur, puis sans secteur ni gradient. Rappelons que l'effet vrai de chacune de ces variables est nul.

Exemple 38.1 : Cinq variables fictives, trois spécifications

Avec le modèle de référence, les cinq coefficients sont petits et aucun n'est significatif : +0,5 % pour la classe A ($t = 0{,}31$), −1,8 % pour la classe B ($t = -1{,}33$), −3,0 % pour le tampon de 300 mètres ($t = -1{,}37$), −0,6 % par unité de logarithme de distance au corridor et +1,1 % par unité de logarithme d'accessibilité ; le test conjoint des cinq

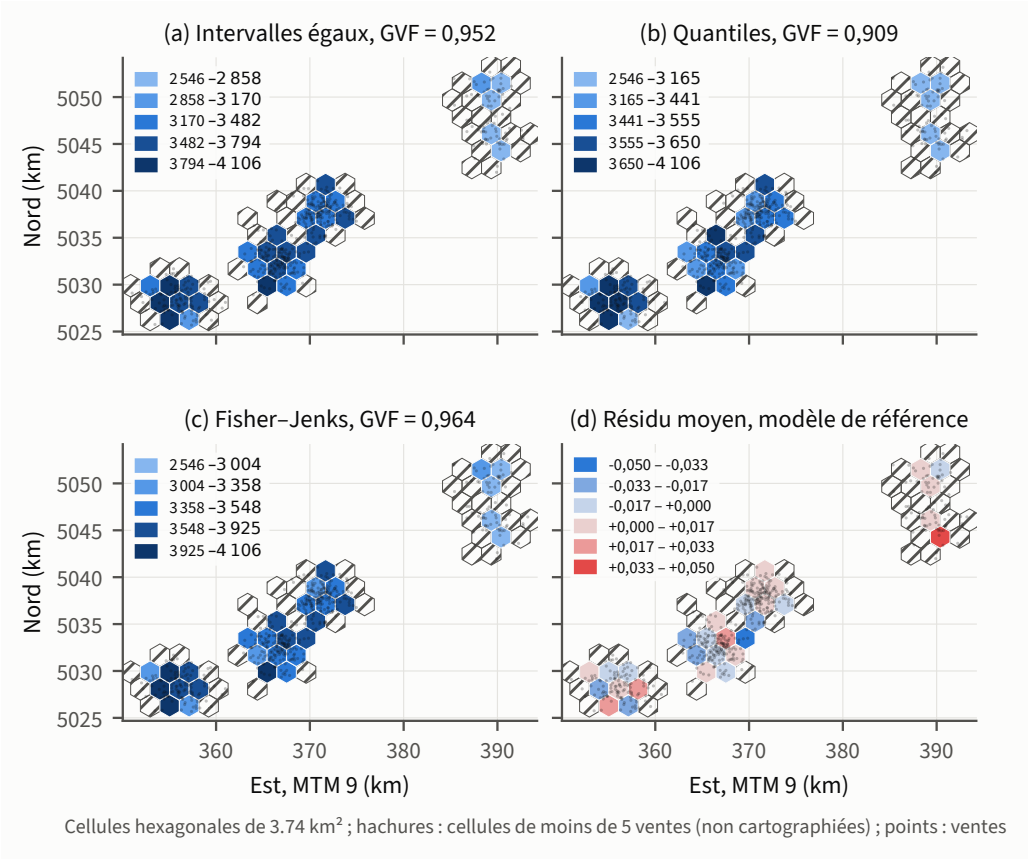


FIGURE 38.3. Cartes choroplèthes par cellule hexagonale des 600 ventes du cas 1 (coordonnées synthétiques). (a)–(c) Médiane du prix au mètre carré habitable des 30 cellules d'au moins cinq ventes, classée en cinq classes par intervalles égaux, par quantiles et par ruptures naturelles de Fisher–Jenks, palette séquentielle ; les cellules de moins de cinq ventes sont hachurées. (d) Résidu moyen du modèle hédonique de référence par cellule, palette divergente centrée sur zéro : aucune structure spatiale ne subsiste.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch38_figures.py

variables donne $F(5, 579) = 0{,}84$ avec une valeur p de 0,52, et le R^2 passe de 0,8530 à 0,8541. Le modèle dit la vérité : ces polygones ne valent rien. Il dit aussi avec quelle précision il la dit : l'effet minimal détectable à 80 % de puissance est de 4,9 % pour la classe A (31 ventes), de 3,8 % pour la classe B (57 ventes) et de 6,2 % pour le tampon de 300 mètres (17 ventes). Une décote réelle de 3 % sur la classe A serait passée inaperçue avec ces effectifs.

Sans indicatrices de secteur, tout change. La classe A reçoit un coefficient de +6,3 % ($t = 3{,}78$), la classe B de +4,3 % ($t = 2{,}99$), le logarithme de la distance au corridor devient significatif au seuil de 5 % (−1,6 %, $t = -1{,}98$) et le logarithme de l'accessibilité vaut +14,6 % ($t = 10{,}9$) ; le test conjoint donne $F = 33{,}4$ et le R^2 bondit de 0,766 à 0,818. Rien de tout cela n'est un effet du cours d'eau, du corridor ou des pôles. La zone d'exposition fictive a été dessinée pour traverser Aylmer, le secteur à prime positive, et Hull ; 55 des 88 ventes exposées sont à Aylmer, et les indicatrices de classe captent la prime d'Aylmer que le modèle sans secteur a omise. L'indice d'accessibilité, maximal à Hull et presque nul à Buckingham et à Masson-Angers, est une fonction lisse de la position qui épouse la carte des primes de secteur, et le modèle lui attribue ce qu'il ne peut plus attribuer aux indicatrices. Une « zone inondable » fictive qui augmente les prix de 6 % avec un t de 3,8 est un faux positif de manuel, et il est produit par une spécification que bien des rapports jugeraient acceptable, puisqu'elle contient un gradient de distance au centre et onze caractéristiques physiques.

Sans secteur ni gradient, les effets des classes restent de +6,0 et +5,2 % ; l'accessibilité tombe à +6,1 % mais avec un t de 14,1, parce qu'elle devient la seule variable de localisation et absorbe à elle seule le gradient omis. Les trois spécifications sont résumées au tableau 38.7.

Tableau 38.7. Coefficients des cinq variables géospatiales fictives ajoutées au modèle hédonique du cas 1 selon la spécification de la localisation (données synthétiques ; effet vrai nul ; erreurs-types HC1 entre parenthèses)

	Référence (secteurs, gradient)		Sans indicatrices de secteur		Sans secteur ni gradient		EMD
Variable	Coef.	t	Coef.	t	Coef.	t	réf.
Classe A (31 ventes)	0,0054 (0,0174)	0,31	0,0614 (0,0162)	3,78	0,0578 (0,0179)	3,22	0,049
Classe B (57 ventes)	−0,0181 (0,0136)	−1,33	0,0424 (0,0141)	2,99	0,0502 (0,0149)	3,38	0,038
Corridor ≤ 300 m (17 ventes)	−0,0306 (0,0223)	−1,37	−0,0066 (0,0242)	−0,27	−0,0003 (0,0248)	−0,01	0,062
$\ln(1 + d_{\text{corridor}}/100)$	−0,0065 (0,0071)	−0,90	−0,0159 (0,0080)	−1,98	0,0034 (0,0081)	0,42	0,020
$\ln A_i$ (accessibilité)	0,0106 (0,0211)	0,50	0,1359 (0,0125)	10,90	0,0596 (0,0042)	14,13	0,059
R^2 (sans / avec les cinq variables)	0,8530 / 0,8541		0,7661 / 0,8182		0,6372 / 0,8040		
Test F conjoint (valeur p)	0,84 (0,52)		33,4 (< 0,001)		99,4 (< 0,001)		

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch38_sig.py (fonction `modeles_augmentes`) ; MCO semi-log, équation (38.13) sans interactions ; EMD = effet minimal détectable à 80 % de puissance, équation (38.14), dans le modèle de référence

38.6.4 Une expérience sur des polygones aléatoires

L'exemple précédent portait sur deux polygones dessinés par l'auteur. Pour mesurer la fréquence du phénomène, le script tire au hasard 500 disques de rayon 0,5, 1 et 2 kilomètres

centrés sur des ventes, ne retient que ceux qui contiennent entre 10 et 590 ventes, soit 107, 346 et 484 disques, et ajoute à chaque spécification l'indicatrice d'appartenance au disque. Chaque disque est une « zone » qui n'a aucun effet ; la part des coefficients dont le t dépasse 1,96 en valeur absolue mesure le taux de faux positifs. Le tableau 38.8 et la figure 38.4 donnent les résultats, avec les erreurs-types classiques et robustes.

Tableau 38.8. Part des coefficients « significatifs » d'indicatrices de disques aléatoires sans aucun effet, selon le rayon, la spécification de la localisation et l'erreur-type (données synthétiques)

		$\lvert t\rvert > 1{,}96$ (%)		$\lvert t\rvert > 2{,}58$ (%)		Bonferroni (%)	É.-t. des t
Rayon et spécification	Disques	classique	HC1	classique	HC1	classique	classique
0,5 km, référence	107	11,2	26,2	0,9	10,3	0,0	1,30
0,5 km, sans secteur	107	25,2	33,6	8,4	26,2	0,0	1,39
0,5 km, sans secteur ni gradient	107	29,0	43,9	0,0	30,8	0,0	1,41
1 km, référence	346	2,9	7,2	0,0	0,0	0,0	1,01
1 km, sans secteur	346	36,4	51,7	23,1	33,8	15,3	2,42
1 km, sans secteur ni gradient	346	28,6	41,3	16,5	27,7	3,5	1,74
2 km, référence	484	3,5	3,7	0,4	0,2	0,0	1,05
2 km, sans secteur	484	73,6	78,7	52,9	65,5	29,3	4,42
2 km, sans secteur ni gradient	484	48,3	52,5	40,9	47,5	28,5	3,51

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch38_sig.py (fonction `faux_positifs`), graine 20261031 ; 500 tirages par rayon, disques de 10 à 590 ventes conservés ; seuil de Bonferroni α/m avec m = nombre de disques ; sous l'hypothèse nulle et une spécification correcte, les parts attendues sont 5 % et 1 % et l'écart-type des t vaut 1

Trois résultats se dégagent. Avec le modèle de référence et les erreurs-types classiques, la part de faux positifs vaut 2,9 % à un kilomètre et 3,5 % à deux kilomètres, et l'écart-type des t vaut 1,01 et 1,05 : la statistique se comporte comme la théorie le prédit, parce que les résidus du modèle de référence sont indépendants dans l'espace. À 0,5 kilomètre, elle monte à 11,2 % sur 107 disques qui se recouvrent largement, un écart au seuil nominal compatible avec la dépendance entre les tests et la petitesse de l'échantillon. Sans indicatrices de secteur, la part de faux positifs atteint 36 % à un kilomètre et 74 % à deux kilomètres, l'écart-type des t monte à 2,4 et 4,4, et plus d'un disque sur quatre survit même à la correction de Bonferroni à deux kilomètres : les résidus de ce modèle portent la prime de secteur omise, un disque de deux kilomètres tombe presque entièrement dans un seul secteur, et son indicatrice mesure la prime de ce secteur. Plus la zone est grande, plus elle ressemble à un secteur, et plus le faux positif est sûr de lui. Enfin, les erreurs-types HC1 aggravent le problème pour les petits tampons : à 0,5 kilomètre, elles font passer la part de faux positifs du modèle de référence de 11 à 26 %, parce qu'une correction de White calculée sur une indicatrice qui ne vaut un que pour dix à vingt observations sous-estime fortement la variance ; la version HC3, qui pondère par le levier, ne corrige que partiellement (23 % dans l'exercice 38.6), et c'est l'erreur-type classique, ou une inférence par permutation des zones, qui convient lorsque la variable d'intérêt est rare et les résidus homoscédastiques.

La correction de Bonferroni, qui remplace le seuil α par α/m lorsque m hypothèses sont testées,

$$\text{rejeter } H_0^{(j)} \text{ si } p_j < \frac{\alpha}{m}, \qquad \Pr[\text{au moins un faux rejet}] \le \alpha, \tag{38.16}$$

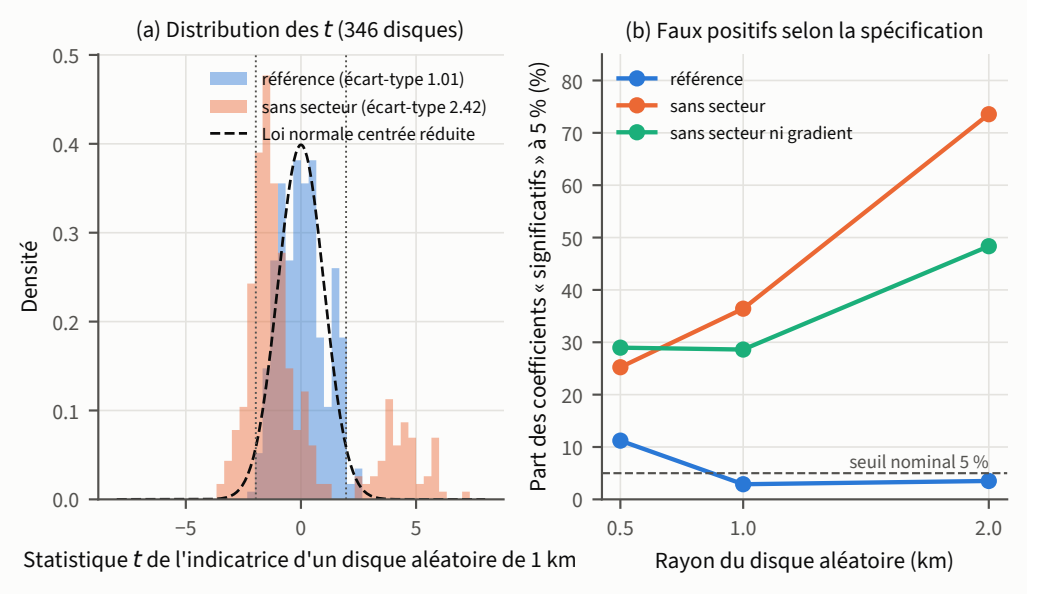


FIGURE 38.4. Faux positifs spatiaux sur les 600 ventes du cas 1. (a) Distribution des statistiques t (erreurs-types classiques) de l'indicatrice de 346 disques aléatoires de 1 km sans aucun effet, pour le modèle de référence et le modèle sans indicatrices de secteur, avec la densité normale centrée réduite ; (b) part des coefficients significatifs à 5 % selon le rayon du disque et la spécification. Avec la localisation correctement spécifiée, la part reste au voisinage du seuil nominal ; sans elle, les zones aléatoires paraissent significatives dans un à trois cas sur quatre.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch38_figures.py

est l'outil minimal de l'analyste qui essaie plusieurs rayons, plusieurs zones ou plusieurs définitions d'une même variable avant d'en retenir une, ce que la pratique appelle, sans toujours l'avouer, la recherche de spécification ; elle ramène à zéro les faux positifs du modèle de référence, mais elle ne sauve pas une spécification dont les résidus sont spatialement corrélés, et c'est bien le message : *la défense contre les faux positifs spatiaux n'est pas statistique, elle est de spécification.* Un diagnostic de Moran sur les résidus (chapitre 19) avant d'ajouter la moindre variable de zone est la première étape ; des effets fixes de localisation fins, la seconde ; un modèle à erreur spatiale ou des erreurs-types qui tiennent compte de la dépendance, la troisième.

38.7 Le portefeuille du cas 4 : cartes et exposition

Données synthétiques

Le portefeuille du cas 4 est synthétique : 48 immeubles fictifs de 6 à 72 logements répartis dans six régions métropolitaines (`data/synthetic/cas4_portefeuille.csv`, graine 20261031), avec des coordonnées fictives dispersées autour du centre de chaque RMR, une indicatrice de zone inondable pour trois immeubles et une indicatrice de contamination du sol pour deux ; le générateur relève le taux global de 5 % en zone inondable et de 3 % en cas de contamination (`data/synthetic/README.md`). Les chiffres proviennent de `traite.cas4` et de `ch38_sig.py`.

Le changement d'échelle impose un changement de projection : les 48 immeubles, répartis de Gatineau à Saguenay, couvrent trois fuseaux MTM et deux fuseaux UTM, et c'est la projection conique conforme Québec Lambert (EPSG 32198) qui les représente sans distorsion notable ; l'étendue projetée est de 379 kilomètres d'est en ouest et de 343 du sud au nord. La figure 38.5 les situe, avec une taille proportionnelle à la valeur 2026 et des marques distinctes pour les immeubles exposés. Les distances géodésiques entre les centroïdes des RMR, calculées sur l'ellipsoïde, vont de 116 kilomètres (Québec–Trois-Rivières) à 478 kilomètres (Gatineau–Saguenay), avec 236 kilomètres entre Montréal et Québec ; à ces distances, les sous-marchés sont des univers séparés, et le chapitre 48 traite leur corrélation comme un paramètre de risque, non comme une dépendance spatiale au sens du chapitre 19.

Le tableau 38.9 décompose l'exposition. Trois immeubles sur 48 sont en zone inondable, mais leur poids dans la valeur, 6,66 %, soit 9 546 000 $ sur 143 363 000 $, est très inégalement réparti : un seul immeuble de 7,2 millions de dollars à Québec représente 28,8 % de la valeur du portefeuille dans cette RMR et 5,0 points des 6,7 % d'ensemble ; l'immeuble exposé de Saguenay pèse 18,5 % de la valeur régionale mais 0,4 point du total ; celui de Montréal, 2,6 % de la plus grosse région. La carte et le tableau disent la même chose sous deux formes : une part agrégée de 6,7 % masque une concentration que seule la désagrégation par RMR et par immeuble révèle, et c'est l'immeuble de Québec, non la part d'ensemble, qui doit retenir l'attention du gestionnaire au chapitre 48. Du côté des taux, la régression des effets régionaux de `traite.cas4` (logarithme du taux global sur l'état, la taille, l'âge, les deux indicatrices de risque et les indicatrices de RMR) donne à l'indicatrice de zone inondable un coefficient de 0,0756 (erreur-type 0,0347), soit un taux supérieur de 7,9 % toutes choses égales d'ailleurs, à comparer aux 5 % du générateur, dont il s'écarte de moins d'une erreur-type ; l'indicatrice

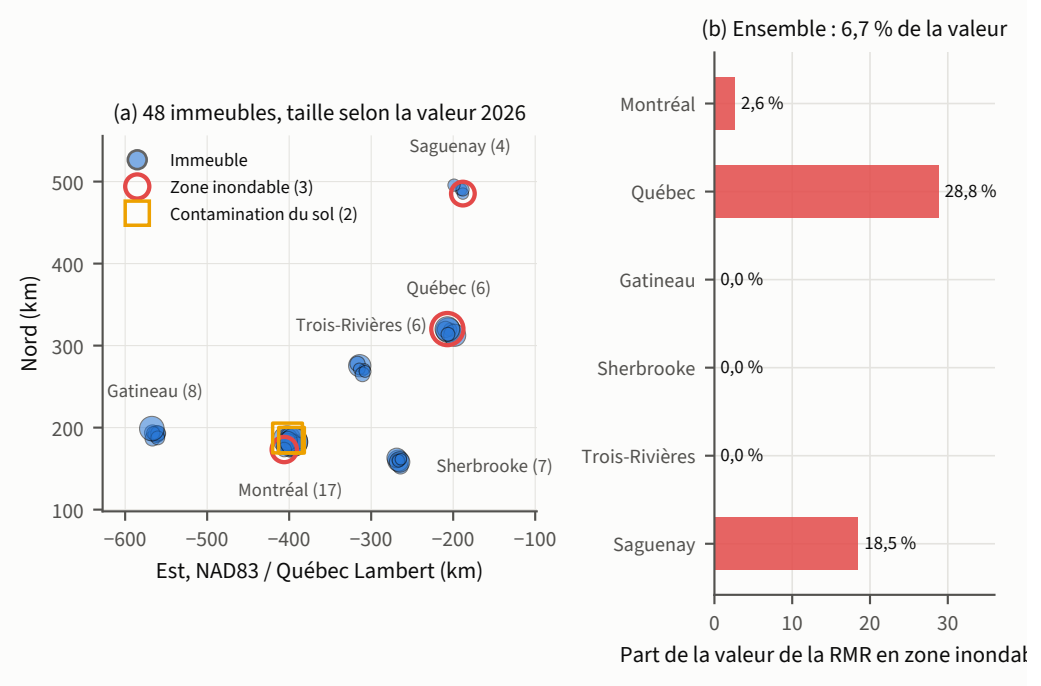


Figure 38.5. Le portefeuille du cas 4 (48 immeubles fictifs). (a) Position des immeubles en NAD83 / Québec Lambert, taille proportionnelle à la valeur 2026 ; les trois immeubles en zone inondable et les deux immeubles au sol contaminé sont cerclés. (b) Part de la valeur de chaque RMR située en zone inondable : 6,7 % de la valeur du portefeuille, concentrée sur un immeuble de Québec.

Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch38_figures.py

de contamination donne +5,5 % sur deux immeubles, pour un effet vrai de 3 %. Avec trois et deux immeubles exposés, ces coefficients sont de l'ordre de grandeur de leur incertitude, et l'équation (38.14) en dit la raison avant même l'estimation : on ne mesure pas une décote de risque sur un portefeuille, on l'y *applique*, à partir de la littérature et des études de marché du chapitre 43.

Tableau 38.9. Exposition du portefeuille du cas 4 aux zones inondables, par région métropolitaine (données synthétiques)

RMR	Immeubles	Valeur 2026 (M$)	Zone inondable	Sol contaminé	Valeur exposée (M$)	Part de la RMR (%)	Part du total (%)
Montréal	17	65,2	1	2	1,7	2,6	1,2
Québec	6	25,1	1	0	7,2	28,8	5,0
Gatineau	8	20,3	0	0	0,0	0,0	0,0
Sherbrooke	7	18,1	0	0	0,0	0,0	0,0
Trois-Rivières	6	11,4	0	0	0,0	0,0	0,0
Saguenay	4	3,3	1	0	0,6	18,5	0,4
Portefeuille	48	143,4	3	2	9,5	6,7	6,7

Source : [données synthétiques] traite.cas4.sommaire et analysis/python/cases/ch38_sig.py (fonction `cas4_geo`) ; valeur exposée = valeur 2026 des immeubles dont `zone_inondable` = 1

38.8 Analyse de sensibilité

Trois décisions de ce chapitre méritent une analyse de sensibilité explicite : le rayon d'un tampon, la méthode de classification d'une carte, déjà traitée au tableau 38.6, et la spécification de la localisation, traitée au tableau 38.8. La figure 38.6 complète l'ensemble en faisant varier le rayon du tampon du corridor fictif de 100 à 1 000 mètres, ce qui fait passer le nombre de ventes incluses de 4 à 57. Dans le modèle de référence, le coefficient de l'indicatrice va de −5,4 % à +0,2 % selon le rayon, sans jamais être significatif, et son intervalle de confiance à 95 % se rétrécit de ±7,2 points à 100 mètres à ±2,2 points à 1 000 mètres : l'estimation d'un effet de proximité sur quatre ventes n'a aucun sens, et l'analyste qui aurait retenu le rayon de 100 mètres parce qu'il donne le coefficient le plus négatif aurait fait exactement ce que la équation (38.16) interdit. Dans le modèle sans secteur, le coefficient est négatif à tous les rayons et devient significatif à 300 mètres (−3,9 %, $t = -2{,}13$), puis de nouveau à 750 et 1 000 mètres (−3,7 et −4,5 %, $t = -2{,}72$ et $-3{,}56$) : le corridor fictif traverse Hull et le secteur Gatineau, dont les primes sont inférieures à celle d'Aylmer, et le tampon large mesure cette différence. Un lecteur pressé y verrait une décote de nuisance croissant avec la largeur du tampon ; c'est un artefact dont le signe même est un hasard de la géométrie dessinée.

La sensibilité à la précision du géocodage, enfin, se déduit du chapitre 14 : avec des erreurs de position de quarante mètres, caractéristiques de l'interpolation le long de la rue, les ventes situées à moins de quarante mètres d'une frontière de classe peuvent changer de classe. Dans le jeu du cas 1, la frontière de la classe A à 350 mètres du cours d'eau fictif et celle de la classe B à 900 mètres sont des courbes de 44 kilomètres chacune ; les ventes qui en sont à moins de quarante mètres sont peu nombreuses, mais leur réaffectation suffit à modifier de quelques unités les effectifs de 31 et 57 du tableau 38.5, et donc les coefficients. Sur des données réelles géocodées au centroïde du code postal, l'appartenance à une zone inondable, dont la largeur se compte souvent en dizaines de mètres, devient presque aléatoire ; c'est pourquoi

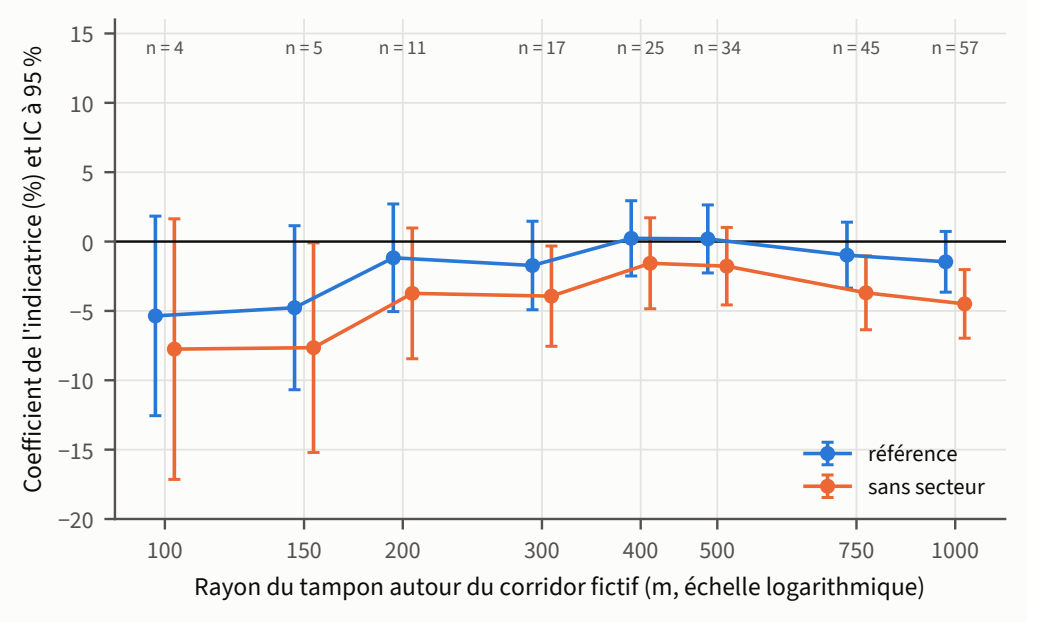


Figure 38.6. Coefficient de l'indicatrice « à moins de r mètres du corridor fictif » dans le modèle hédonique du cas 1 selon le rayon r, avec intervalles de confiance à 95 % (HC1), pour le modèle de référence et le modèle sans indicatrices de secteur ; le nombre de ventes dans le tampon figure en haut. L'effet vrai est nul : la précision croît avec le rayon, et le modèle sans secteur fabrique une décote significative aux grands rayons.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch38_figures.py

la jointure spatiale avec une couche de risque exige un géocodage au point d'adresse ou à la parcelle, et pourquoi la colonne de précision du géocodage recommandée au chapitre 14 doit accompagner toute variable de zone.

Ce que l'évaluateur fait de la carte des zones inondables

Pour un immeuble riverain, la démarche minimale est la suivante : consulter la carte interactive des zones inondables et de mobilité en vigueur (Gouvernement du Québec 2026d) et noter la génération de cartographie applicable au territoire, la classe d'intensité ou la zone de courant, la date de consultation ; vérifier au règlement de zonage et, le cas échéant, au schéma d'aménagement la zone de contraintes et les restrictions associées ; vérifier au registre foncier les avis de contamination et les servitudes ; consulter la liste municipale des terrains contaminés ; documenter au rapport la source, la date et la précision de la position utilisée pour la jointure. Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ exigent que le rapport expose les données, l'analyse et le raisonnement qui mènent à la conclusion (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; une appartenance à une zone de risque est une donnée dont la source et la date doivent figurer, et les normes de l'IAAO sur l'évaluation de masse traitent la localisation, y compris les contraintes environnementales, comme une dimension à modéliser et à valider (International Association of Assessing Officers 2025). La Loi sur la fiscalité municipale prévoit par ailleurs la tenue à jour du rôle à la suite d'un sinistre ou d'une restriction juridique nouvelle (chapitre 9), ce qui fait de l'entrée en vigueur d'une nouvelle cartographie un événement d'évaluation foncière autant que de marché. Sources consultées le 31 octobre 2026 ; les règles détaillées par classe d'intensité n'ont pas été extraites du règlement et doivent être lues dans sa version en vigueur.

Erreurs fréquentes

- Mesurer des distances en degrés, ou superposer deux couches dans des systèmes de référence différents sans les reprojeter : les écarts se comptent en centaines de mètres et les jointures échouent silencieusement.
- Mesurer des surfaces ou des distances en Pseudo-Mercator (EPSG 3857) parce que le fond de tuiles l'exige : à 45° de latitude, l'échelle est fausse de 40 %.
- Ajouter une indicatrice de zone à un modèle sans effets fixes de localisation fins : le tableau 38.7 montre une « zone inondable » fictive significative à +6 %, et le tableau 38.8 que trois disques aléatoires sur quatre deviennent significatifs à deux kilomètres.
- Choisir le rayon d'un tampon, ou la définition d'une variable, après avoir regardé les coefficients, sans corriger pour les tests multiples ni déclarer les variantes essayées.
- Lire l'absence de signification d'un coefficient de risque comme une absence d'effet, sans calculer l'effet minimal détectable : avec 31 ventes exposées, une décote de 3 % est invisible.
- Utiliser des erreurs-types HC1 pour une indicatrice qui ne vaut un que pour une poignée d'observations : la part de faux positifs double.
- Cartographier des effectifs bruts en choroplèthe, choisir une palette arc-en-ciel ou

divergente pour une variable de même signe, omettre les bornes de classes, la source et le système de référence.
- Joindre des ventes géocodées au centroïde du code postal à une couche de zones inondables : l'appartenance devient aléatoire.
- Confondre une couche municipale d'ancienne génération (grand et faible courant) avec les classes d'intensité du cadre de 2026, dont la correspondance n'est pas énoncée.
- Tenir le Répertoire des terrains contaminés pour exhaustif, ou pour un substitut à la consultation du registre foncier.

Limites et mises en garde

Les géométries de l'exemple intégral sont fictives et ont été dessinées pour traverser les grappes de ventes ; les coefficients qu'elles produisent dans les spécifications dégradées illustrent un mécanisme de confusion, non une mesure de la décote d'une zone inondable ou d'une nuisance réelle, qui relève du chapitre 43. Les fractions de dommage du tableau 38.4 sont des hypothèses pédagogiques sans source empirique. Le jeu du cas 1 ayant des résidus indépendants, le modèle de référence y est, par construction, exempt de faux positifs au-delà du seuil nominal ; sur des données réelles, aucune segmentation n'épuise la dépendance spatiale et la part de faux positifs d'un modèle « raisonnable » se situe quelque part entre les deux colonnes du tableau 38.8. Les distances de ce chapitre sont euclidiennes ; aucune distance réseau n'a été calculée, et la distance de Manhattan n'en est qu'une approximation pour un tissu orthogonal. La couverture réelle des couches de zonage et de zones de contraintes relatives aux glissements de terrain n'a pas été vérifiée, aucun fichier géospatial volumineux n'a été téléchargé pour l'ouvrage, et la fiche en ligne du registre EPSG n'a pu être consultée que par la base distribuée avec PROJ. Les codes EPSG, les formats et les licences du tableau 38.2 sont ceux du 31 octobre 2026 ; les cartographies de zones inondables de nouvelle génération sont publiées progressivement et leur état change. Enfin, les outils de ce chapitre produisent des variables ; ils ne dispensent ni de l'inspection, qui seule constate un sous-sol inondé ou un mur fissuré, ni de la lecture du règlement.

À retenir

- Toute donnée géospatiale porte un système de référence ; au Québec, les mesures se font en NAD83 ou NAD83(SCRS) avec la projection MTM du fuseau local (EPSG 32187–32189, 2949–2951) ou en Québec Lambert (32198) pour la province ; jamais en degrés ni en Pseudo-Mercator. Le facteur d'échelle MTM borne la distorsion à quelques dix-millièmes.
- Le rôle d'évaluation géoréférencé (GPKG, CC BY 4.0), Adresses Québec, les zonages municipaux et les cartographies de zones inondables en vigueur sont les couches de base ; les propriétaires sont caviardés et le Répertoire des terrains contaminés n'est pas exhaustif.
- Cinq opérations suffisent : projection, jointure spatiale par point dans polygone,

tampon, distance (euclidienne, orthodromique, réseau), agrégation et interpolation ; chacune a un piège, et la précision du géocodage borne toutes les autres.
- L'indice gravitaire est la somme logarithmique d'un modèle de choix discret ; c'est $\ln A_i$ qui entre dans le modèle hédonique, et le paramètre de friction s'estime, il ne se devine pas.
- Les classes d'intensité du cadre de 2026 sont ordinales et probabilistes ; la probabilité sur 25 ans se convertit en probabilité annuelle, et la décote capitalisée d'une perte espérée se concentre dans les classes fréquentes ; le marché y ajoute la valeur des restrictions et l'anticipation.
- Sur le cas 1, où l'effet vrai est nul, les variables fictives sont non significatives dans le modèle de référence et fortement significatives sans indicatrices de secteur ; des disques aléatoires de deux kilomètres paraissent significatifs dans 74 % des cas sans secteur contre 3,5 % avec. La défense contre les faux positifs spatiaux est la spécification de la localisation, pas la correction statistique.
- Une carte thématique défendable normalise ce qu'elle teinte, déclare sa classification et son GVF, utilise une palette séquentielle ou divergente selon la nature de la variable, hachure ce qu'elle ne cartographie pas, et porte sa source, son SRC et sa date.
- Sur le cas 4, 6,7 % de la valeur est en zone inondable, mais un seul immeuble de Québec en représente les trois quarts : l'exposition se lit immeuble par immeuble.

Exercices

Exercice 38.1 — Choisir le système de référence ★

Pour chacune des positions suivantes, indiquez le fuseau MTM et le fuseau UTM appropriés et le code EPSG correspondant sur le datum NAD83 : (a) Montréal, longitude 73,60° O, latitude 45,51° N ; (b) Québec, 71,19° O, 46,82° N ; (c) Gatineau, 75,74° O, 45,42° N ; (d) Saguenay, 71,10° O, 48,38° N. Calculez ensuite, par l'équation (38.2), le facteur d'échelle MTM en chacune de ces positions et l'erreur relative commise en lisant une distance de 10 kilomètres sur la carte sans correction. Pourquoi la projection Québec Lambert est-elle préférable pour une carte qui réunit ces quatre villes ?

Exercice 38.2 — Trois distances ★

Le sujet du cas 1 est en latitude 45,4215° N, longitude 75,7395° O ; une vente se trouve en 45,4620° N, 75,6612° O. Calculez la distance entre les deux points (a) par la projection équirectangulaire locale de l'équation (38.1) centrée sur le sujet ; (b) par la formule du haversine (38.5) avec $R = 6\,371{,}0$ km ; (c) par la distance « en degrés » $\sqrt{\Delta\varphi^2 + \Delta\lambda^2}$ convertie à raison de 111 kilomètres par degré. Commentez l'écart de la troisième à la première et expliquez son origine.

Exercice 38.3 — Point dans polygone et tampon ★★

Un polygone a pour sommets, en kilomètres, $(0,0)$, $(4,0)$, $(4,3)$, $(2,1)$ et $(0,3)$, dans cet ordre. Par le lancer de rayon de l'équation (38.3), déterminez si les points $P_1 = (1,1)$, $P_2 = (2,2)$ et $P_3 = (3,2{,}5)$ sont intérieurs, en donnant pour chacun le nombre de croisements. Calculez ensuite l'aire du polygone par la formule du lacet, puis l'aire de son tampon de 0,5 kilomètre en décomposant le tampon en polygone, bandes rectangulaires le long des arêtes et secteurs circulaires aux sommets convexes (indication : la somme des secteurs aux sommets convexes d'un polygone simple vaut un disque entier, moins la part absorbée par les sommets rentrants ; on admettra qu'un seul sommet est rentrant et l'on raisonnera à partir de la formule $\text{aire}(B_r(\mathcal{P})) = \text{aire}(\mathcal{P}) + r\ \text{périmètre}(\mathcal{P}) + \pi r^2$ valable pour un polygone convexe, en expliquant pourquoi elle surestime ici).

Exercice 38.4 — Indice gravitaire ★★

Trois pôles ont des masses de 100, 40 et 30 et se trouvent respectivement à 1,5, 6 et 9 kilomètres d'une maison. Calculez l'indice d'accessibilité exponentiel (38.9) pour $\lambda = 0{,}25$ puis $\lambda = 0{,}50$ par kilomètre, ainsi que son logarithme. Une seconde maison est à 4, 4 et 4 kilomètres des trois pôles : laquelle est la mieux située selon chaque valeur de λ ? Interprétez le résultat à l'aide de la dérivation de l'équation (38.10) et dites pourquoi c'est $\ln A_i$ et non A_i qui doit entrer dans le modèle hédonique.

Exercice 38.5 — Capitalisation d'un risque d'inondation ★★

Une maison évaluée 520 000 $ se trouve dans une zone dont la probabilité d'inondation sur 25 ans est estimée à 35 %. Calculez la probabilité annuelle (38.11), puis la décote capitalisée (38.12) pour un dommage de 10 % de la valeur par événement et un taux de 5 %. Refaites le calcul pour une profondeur attendue qui porterait le dommage à 20 %. Comparez à une décote observée de 8 % dans une étude de marché et proposez deux explications de l'écart tirées de la section 38.4. Enfin, si 24 ventes sur 500 sont dans la zone et que l'écart-type résiduel du modèle vaut 0,09, estimez l'erreur-type approximative du coefficient de l'indicatrice (en supposant $R^2_z = 0{,}1$) et l'effet minimal détectable (38.14) : la décote de 8 % serait-elle détectable ?

Exercice 38.6 — Faux positifs et tests multiples ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch38_sig.py` (fonction `faux_positifs`), répétez l'expérience des disques aléatoires avec un rayon de 3 kilomètres et 1 000 tirages pour les trois spécifications. Rapportez la part de coefficients significatifs à 5 % et après correction de Bonferroni, ainsi que l'écart-type des statistiques t. Remplacez ensuite les erreurs-types HC1 par les erreurs-types classiques et par la version HC3 (à implémenter : $\hat{\sigma}_i^2 = e_i^2/(1-h_{ii})^2$) pour le rayon de 0,5 kilomètre et comparez les

parts de faux positifs du modèle de référence. Rédigez une note de 200 mots sur ce que ces résultats impliquent pour un rapport qui dérive une décote de zone d'un modèle hédonique.

Exercice 38.7 — Carte choroplèthe et unités spatiales modifiables ★★★

À partir de `grille_et_agregation` dans `ch38_sig.py`, recalculez la carte de la médiane du prix au mètre carré du cas 1 avec des cellules hexagonales de 0,8 et de 2,0 kilomètres de rayon, puis avec une grille carrée de 2 kilomètres de côté. Pour chaque grille, indiquez le nombre de cellules d'au moins cinq ventes, les bornes de Fisher–Jenks à cinq classes et le GVF. Comparez la part de la variance totale des prix au mètre carré qui est intercellulaire (entre les médianes) et intracellulaire selon la grille, et expliquez en quoi c'est une manifestation du problème des unités spatiales modifiables. Quelle grille recommanderiez-vous pour un rapport d'évaluation de masse destiné à un conseil municipal, et pourquoi ?

Pour aller plus loin

Sur la qualité du géocodage et ses conséquences pour les variables spatiales, Zandbergen (2008) et Ratcliffe (2001) restent les références, complétées par le chapitre 14. Les manuels d'économétrie spatiale de Anselin (1988), LeSage et Pace (2009) et, pour les microdonnées immobilières, Dubé et Legros (2014) traitent des matrices de voisinage et des distances qui les fondent ; Dubin (1988) et Dubin (1998) introduisent la dépendance spatiale continue que ce chapitre a effleurée par l'interpolation, et Banerjee et al. (2014) en donnent le traitement hiérarchique bayésien qui ouvre sur le chapitre 39. La régression géographiquement pondérée de Fotheringham et al. (2002) est l'outil cartographique par excellence de l'hétérogénéité spatiale (chapitre 19). Les travaux québécois sur les attributs d'environnement mesurés par SIG, Des Rosiers et al. (2000), Des Rosiers et al. (2001), Thériault et al. (2003), Kestens et al. (2006) et la synthèse de Thériault et Des Rosiers (2011), puis Dubé et al. (2013) sur l'accessibilité ferroviaire, montrent comment des distances réseau et des couches d'usage du sol entrent dans un modèle hédonique estimé sur des données de Québec et de Montréal. Sur la spécification des effets fixes qui protège les prix implicites d'aménités, on lira Kuminoff et al. (2010) et Bishop et al. (2020). Sur les risques cartographiés et leur capitalisation, Bin et Polasky (2004), Bin et al. (2008) et Bernstein et al. (2019) fournissent trois stratégies d'identification différentes, avant et après un événement, séparation du risque et de l'aménité, exposition future, que le chapitre 43 reprend. Le cadre réglementaire québécois des zones inondables se lit dans les pages gouvernementales (Gouvernement du Québec 2026c ; Gouvernement du Québec 2026d ; Gouvernement du Québec 2026l) et dans la Loi sur la qualité de l'environnement (Québec 1972) ; le rôle d'évaluation géoréférencé (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation 2026a) et le Référentiel québécois des adresses (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts 2026b) sont les deux jeux ouverts par lesquels commencer toute analyse géospatiale de l'immobilier au Québec.

CHAPITRE 39

39

Modèles bayésiens et intervalles

Les chapitres précédents ont estimé la valeur d'un immeuble par des méthodes qui traitent les paramètres du marché, prix implicites, primes de secteur, dispersion des prix, comme des constantes inconnues et les données comme la seule source d'information à leur sujet. Cette posture est confortable lorsque les ventes se comptent par centaines ; elle devient intenable dans les situations que l'évaluateur rencontre le plus souvent en pratique : une municipalité où trois maisons se sont vendues cette année, un secteur dont il connaît le niveau de prix par expérience mais pas par des données récentes, un immeuble atypique dont les substituts se trouvent dans un autre marché. Dans tous ces cas, l'évaluateur combine ce que les données disent et ce qu'il savait déjà, et il le fait aujourd'hui de manière informelle, au moment de la réconciliation. L'inférence bayésienne donne à cette combinaison une forme explicite, vérifiable et reproductible : l'information antérieure est une distribution de probabilité, les données la mettent à jour selon une règle unique, et le résultat est une distribution de la valeur dont les intervalles se lisent exactement comme le client les comprend. Le présent chapitre développe ce cadre pour la régression hédonique du chapitre 18, d'abord sous sa forme conjuguée, où tout se calcule en forme fermée, puis sous une forme hiérarchique où les effets de secteur sont tirés d'une distribution commune et où les secteurs pauvres en ventes empruntent de la force aux autres. Il construit les outils de calcul nécessaires, un échantillonneur de Gibbs et ses diagnostics, avec les seules bibliothèques numériques de base, et il confronte, sur le dossier de Gatineau, l'intervalle de crédibilité bayésien à l'intervalle de prédiction fréquentiste du chapitre 18.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- expliquer en quoi l'inférence bayésienne répond aux trois difficultés propres à l'évaluation que sont les petits échantillons, l'information d'expert et l'interprétation des intervalles, et distinguer un intervalle de crédibilité d'un intervalle de confiance ;
- dériver la postérieure normale–inverse-gamma de la régression linéaire bayésienne et la distribution prédictive de Student qui en découle, puis choisir un a priori de référence, faiblement informatif ou informatif et en mesurer l'effet ;
- formuler un modèle hiérarchique à effets de secteur aléatoires, dériver la formule de

rétrécissement et situer ce modèle entre le regroupement complet et les effets fixes ;
- écrire les conditionnelles complètes d'un échantillonneur de Gibbs, l'implémenter, diagnostiquer sa convergence par la statistique $\hat{R}$ et la taille d'échantillon effective, et reconnaître les causes d'un mélange lent ;
- calculer la distribution prédictive de la valeur d'un sujet, en tirer des intervalles de crédibilité à 90 et 95 %, et comparer les modèles par le WAIC ou la validation croisée sans réestimation ;
- exposer les limites de l'approche, du choix de l'a priori à la communication devant un tribunal, et documenter un modèle bayésien dans un rapport.

39.1 Pourquoi le bayésien en évaluation

39.1.1 Trois difficultés que l'inférence classique traite mal

La première difficulté est celle des **marchés minces**. Le chapitre 16 a montré, à propos des biens atypiques et des petites municipalités, que les filtres habituels de sélection ne laissent parfois aucun comparable, et il a proposé trois stratégies : relâcher les filtres, décomposer le bien, ou recourir à un modèle hédonique estimé sur un territoire plus large. La troisième stratégie pose immédiatement une question que l'analyse classique ne sait pas poser : dans quelle mesure les prix implicites estimés à Hull sur deux cents ventes s'appliquent-ils à Masson-Angers, où l'on en compte quarante-sept, ou à une municipalité voisine où l'on en compte cinq ? Les moindres carrés estimés sur les cinq ventes locales donnent des coefficients absurdes ; les moindres carrés estimés sur l'ensemble du territoire ignorent ce que les cinq ventes locales ont de particulier. Entre tout et rien, il faut une règle de dosage, et c'est précisément ce que fournit une distribution a priori.

La deuxième difficulté est celle de l'**information d'expert**. L'évaluateur qui travaille depuis quinze ans dans un secteur sait qu'une place de garage y vaut entre trois et cinq pour cent du prix, que le mètre carré supplémentaire vaut moins dans les grandes maisons, que tel quartier se négocie dix pour cent au-dessous de tel autre. Les normes professionnelles lui demandent d'ailleurs d'exercer ce jugement, et le chapitre 20 montre qu'il le fait au moment de pondérer les indications de valeur. Mais ce savoir n'entre nulle part dans une régression classique : ou bien il est ignoré, ou bien il sert, après coup et sans règle, à écarter un résultat jugé invraisemblable. L'inférence bayésienne lui donne une place formelle, celle d'une distribution a priori dont la précision mesure la confiance que l'évaluateur lui accorde, et une règle de combinaison avec les données qui ne dépend pas de son humeur.

La troisième difficulté tient à l'**interprétation des intervalles**. L'intervalle de prédiction à 95 % du chapitre 18, de 539 682 $ à 749 087 $, a une définition fréquentiste précise : si l'on répétait l'échantillonnage des 600 ventes un grand nombre de fois et que l'on recalculait l'intervalle à chaque fois, 95 % de ces intervalles contiendraient le prix du sujet. Cette définition porte sur la procédure, non sur l'intervalle obtenu ; elle ne dit pas que le prix du sujet a 95 % de chances de se trouver entre ces deux bornes, ce que pourtant tout lecteur du rapport comprend, et ce que l'évaluateur lui-même veut dire. L'intervalle de crédibilité bayésien dit exactement cela : conditionnellement aux données et au modèle, la probabilité que le prix se situe dans l'intervalle est de 95 %. La différence n'est pas une subtilité de philosophes. Devant un tribunal ou un comité de crédit, c'est la seconde formulation que

l'on attend de l'expert, et c'est la seule que la théorie bayésienne autorise à prononcer.

39.1.2 Le théorème de Bayes et le vocabulaire

Soit θ le vecteur des quantités inconnues, coefficients, variances, effets de secteur, et $\mathbf{y}$ les données observées, ici les logarithmes des prix. L'inférence bayésienne repose sur trois distributions. La **distribution a priori** $p(\theta)$ résume ce que l'on sait des paramètres avant d'observer les données. La **vraisemblance** $p(\mathbf{y} \mid \theta)$ est le modèle statistique, le même que dans l'analyse classique. La **distribution a posteriori** $p(\theta \mid \mathbf{y})$ résume ce que l'on sait après, et le théorème de Bayes la calcule :

$$p(\theta \mid \mathbf{y}) = \frac{p(\mathbf{y} \mid \theta)\, p(\theta)}{p(\mathbf{y})} \propto p(\mathbf{y} \mid \theta)\, p(\theta), \qquad p(\mathbf{y}) = \int p(\mathbf{y} \mid \theta)\, p(\theta)\, \mathrm{d}\theta. \tag{39.1}$$

Le dénominateur, la *vraisemblance marginale*, ne dépend pas de θ et sert de constante de normalisation ; il n'intervient que lorsque l'on compare des modèles entre eux. La quantité qui intéresse l'évaluateur n'est pas la postérieure des paramètres mais celle d'une observation future, le prix y^{*} auquel le sujet de caractéristiques $\mathbf{x}^{*}$ se vendrait. C'est la **distribution prédictive a posteriori**,

$$p(y^{*} \mid \mathbf{y}) = \int p(y^{*} \mid \theta, \mathbf{x}^{*})\, p(\theta \mid \mathbf{y})\, \mathrm{d}\theta, \tag{39.2}$$

qui moyenne la distribution du prix futur, à paramètres donnés, sur l'incertitude qui subsiste quant aux paramètres. Elle contient donc les deux composantes que le chapitre 18 additionnait séparément, le bruit de transaction et l'erreur d'estimation des coefficients, et elle les intègre au lieu de les additionner, ce qui fait une différence dès que l'échantillon est petit.

Définition 39.1 : Intervalle de crédibilité

Un **intervalle de crédibilité** au niveau $1 - a$ pour une quantité ϕ (paramètre, effet de secteur ou prix futur) est un intervalle $[\ell, u]$ tel que $\Pr(\ell \le \phi \le u \mid \mathbf{y}) = 1 - a$ sous la distribution a posteriori. L'intervalle *à queues égales* place $a/2$ de la probabilité de chaque côté ; l'intervalle *de plus haute densité* est le plus court de tous les intervalles de niveau $1 - a$. Les deux coïncident lorsque la postérieure est symétrique et unimodale, et c'est le premier que l'ouvrage utilise, parce qu'il se transporte sans changement à travers une transformation monotone telle que l'exponentielle.

Le tableau 39.1 met en regard les notions fréquentistes des chapitres précédents et leurs correspondants bayésiens. La correspondance est étroite, et c'est heureux : le lecteur qui maîtrise le chapitre 18 retrouvera chaque objet sous un nom voisin. La différence profonde porte sur ce qui est aléatoire. Dans l'analyse classique, les paramètres sont fixes et les données aléatoires ; les probabilités portent sur des échantillons hypothétiques. Dans l'analyse bayésienne, les données sont fixes, une fois observées, et ce sont les paramètres, inconnus, qui reçoivent une distribution de probabilité ; les probabilités expriment un état de connaissance.

39.1.3 L'évaluateur bayésien sans le savoir

Le cas le plus simple suffit à montrer que la réconciliation pratiquée au chapitre 20 est déjà une mise à jour bayésienne. Supposons que l'évaluateur cherche le prix au mètre carré

Tableau 39.1. Correspondance entre le vocabulaire fréquentiste des chapitres 18 à 20 et le vocabulaire bayésien

Objet	Lecture fréquentiste	Lecture bayésienne
Paramètre β_k	constante inconnue ; $\hat{\beta}_k$ est une variable aléatoire	variable aléatoire ; les données sont fixes
Estimation ponctuelle	$\hat{\beta}_k$ (MCO, maximum de vraisemblance)	moyenne, médiane ou mode a posteriori
Précision	erreur-type de $\hat{\beta}_k$	écart-type a posteriori
Intervalle	de confiance : couvre β_k dans 95 % des échantillons répétés	de crédibilité : contient β_k avec probabilité 0,95 étant donné les données
Prédiction d'un prix	intervalle de prédiction : $\hat{\sigma}^2 + \mathbf{x}^\top \hat{V} \mathbf{x}$, loi normale	distribution prédictive : intègre sur la postérieure ; loi de Student dans le cas conjugué
Information externe	absente, ou appliquée après coup (jugement)	distribution a priori, mise à jour par le théorème de Bayes
Choix de modèle	R^2 ajusté, AIC, validation croisée	vraisemblance marginale, WAIC, validation croisée par importance
Retransformation en niveau	facteur de Duan sur $\exp(\hat{y})$	implicite : la prédictive du prix s'obtient en exponentiant chaque tirage

Source : synthèse de l'auteur d'après Gelman et al. (2013) et Koop (2003).

μ d'un segment de marché et qu'il dispose, d'une part, d'une opinion antérieure fondée sur son expérience, qu'il traduit par une loi normale $\mu \sim \mathcal{N}(m_0, s_0^2)$, et, d'autre part, de n ventes dont les prix unitaires y_i sont distribués autour de μ avec un écart-type σ connu. La vraisemblance des données ne dépend que de la moyenne $\bar{y}$, et la postérieure est de nouveau normale :

$$\begin{aligned} \mu \mid \mathbf{y} &\sim \mathcal{N}\left(m_n, s_n^2\right), \qquad \frac{1}{s_n^2} = \frac{1}{s_0^2} + \frac{n}{\sigma^2}, \\ m_n &= s_n^2 \left(\frac{m_0}{s_0^2} + \frac{n\,\bar{y}}{\sigma^2} \right) = w\,\bar{y} + (1-w)\,m_0, \qquad w = \frac{n/\sigma^2}{n/\sigma^2 + 1/s_0^2}. \end{aligned} \tag{39.3}$$

La moyenne a posteriori est une moyenne pondérée de la moyenne des ventes et de l'opinion antérieure, les poids étant les précisions, c'est-à-dire les inverses des variances. C'est, mot pour mot, la règle de pondération optimale de la proposition 16.1 du chapitre 16 appliquée à deux indications : les ventes, de variance σ^2/n, et le jugement, de variance s_0^2. L'évaluateur qui écrit qu'il « accorde plus de poids aux comparables, mais tempère leur indication par sa connaissance du secteur » applique l'équation (39.3) sans l'écrire ; la version explicite a l'avantage de dire *combien* il tempère, et de faire décroître automatiquement le poids du jugement à mesure que les ventes s'accumulent. La précision a priori $1/s_0^2$ s'interprète comme un nombre de ventes équivalent, $n_0 = \sigma^2/s_0^2$: un expert dont l'opinion vaut quatre ventes du marché a un s_0 égal à la moitié de σ. L'exercice 39.1 applique cette formule à un marché mince ; le reste du chapitre la généralise à la régression, où μ devient un vecteur de coefficients et σ^2 une inconnue de plus.

39.2 La régression linéaire bayésienne conjuguée

39.2.1 Le modèle et l'a priori normale–inverse-gamma

Reprenons le modèle hédonique de référence sous la forme matricielle du chapitre 18 : $\mathbf{y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon$, avec $\mathbf{y}$ le vecteur des n logarithmes de prix, $\mathbf{X}$ la matrice $n \times k$ des régresseurs de `traite.cas1.matrice` et $\varepsilon \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I})$. Les inconnues sont $\theta = (\beta, \sigma^2)$. Un a priori est dit **conjugué** lorsque la postérieure appartient à la même famille que lui ; pour la régression normale, cette famille est la loi **normale–inverse-gamma** (NIG), qui s'écrit en deux étages :

$$\sigma^2 \sim \mathcal{IG}(a_0, b_0), \qquad \beta \mid \sigma^2 \sim \mathcal{N}\big(\mathbf{m}_0, \sigma^2 \mathbf{V}_0\big), \tag{39.4}$$

où la loi inverse-gamma a pour densité $p(\sigma^2) \propto (\sigma^2)^{-(a_0+1)} \exp(-b_0/\sigma^2)$, d'espérance $b_0/(a_0 - 1)$ pour $a_0 > 1$. Le conditionnement de β par σ^2 n'est pas une coquetterie : il exprime que l'incertitude sur les prix implicites est proportionnelle à la dispersion du marché, et c'est lui qui rend le calcul fermé. Les quatre hyperparamètres ont une lecture directe. Le vecteur $\mathbf{m}_0$ est le centre de l'opinion antérieure sur les coefficients ; la matrice $\mathbf{V}_0$ en mesure l'imprécision, en unités de σ^2, et son inverse $\mathbf{V}_0^{-1}$ joue le rôle d'une matrice $\mathbf{X}_0^\top \mathbf{X}_0$ d'observations fictives ; a_0 et b_0 sont, respectivement, la moitié d'un nombre de degrés de liberté antérieurs et la moitié d'une somme de carrés antérieure. Un a priori NIG équivaut donc à un échantillon antérieur de $2a_0$ observations de somme des carrés des résidus $2b_0$, dont les régresseurs auraient pour matrice de produits croisés $\mathbf{V}_0^{-1}$ et pour estimation $\mathbf{m}_0$. Cette lecture, due à Koop (2003) dans la tradition de Zellner, est le meilleur guide pour fixer un a priori : on se demande quel échantillon fictif on serait prêt à ajouter aux données.

39.2.2 Dérivation de la postérieure

Proposition 39.1 : Postérieure normale–inverse-gamma

Sous le modèle normal et l'a priori (39.4), la postérieure est NIG de paramètres

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_n &= \big(\mathbf{V}_0^{-1} + \mathbf{X}^\top \mathbf{X}\big)^{-1}, \quad \mathbf{m}_n = \mathbf{V}_n \big(\mathbf{V}_0^{-1}\mathbf{m}_0 + \mathbf{X}^\top \mathbf{y}\big), \\ a_n &= a_0 + \frac{n}{2}, \qquad\qquad b_n = b_0 + \frac{1}{2}\big(\mathbf{y}^\top \mathbf{y} + \mathbf{m}_0^\top \mathbf{V}_0^{-1}\mathbf{m}_0 - \mathbf{m}_n^\top \mathbf{V}_n^{-1}\mathbf{m}_n\big). \end{aligned} \tag{39.5}$$

La loi marginale a posteriori de β est une loi de Student multivariée à $2a_n$ degrés de liberté, de centre $\mathbf{m}_n$ et de matrice d'échelle $(b_n/a_n)\mathbf{V}_n$; chaque coefficient a pour écart-type a posteriori $\sqrt{(b_n/(a_n-1))\,[\mathbf{V}_n]_{kk}}$.

Démonstration. Le produit de la vraisemblance et de l'a priori s'écrit, à une constante près,

$$p(\beta, \sigma^2 \mid \mathbf{y}) \propto (\sigma^2)^{-n/2} \exp\!\left[-\frac{(\mathbf{y}-\mathbf{X}\beta)^\top(\mathbf{y}-\mathbf{X}\beta)}{2\sigma^2}\right] (\sigma^2)^{-k/2} \exp\!\left[-\frac{(\beta-\mathbf{m}_0)^\top \mathbf{V}_0^{-1}(\beta-\mathbf{m}_0)}{2\sigma^2}\right] \times (\sigma^2)^{-(a_0+1)} \exp\!\left[-\frac{b_0}{\sigma^2}\right].$$

Les deux formes quadratiques en β se regroupent. En développant, leur somme vaut $\beta^\top(\mathbf{X}^\top\mathbf{X} + \mathbf{V}_0^{-1})\beta - 2\beta^\top(\mathbf{X}^\top\mathbf{y} + \mathbf{V}_0^{-1}\mathbf{m}_0) + \mathbf{y}^\top\mathbf{y} + \mathbf{m}_0^\top\mathbf{V}_0^{-1}\mathbf{m}_0$. Avec les définitions de $\mathbf{V}_n$ et de $\mathbf{m}_n$, on complète

le carré : cette somme égale $(\beta-\mathbf{m}_n)^\top\mathbf{V}_n^{-1}(\beta-\mathbf{m}_n)+\mathbf{y}^\top\mathbf{y}+\mathbf{m}_0^\top\mathbf{V}_0^{-1}\mathbf{m}_0-\mathbf{m}_n^\top\mathbf{V}_n^{-1}\mathbf{m}_n$, dont le premier terme donne le noyau d'une normale $\mathcal{N}(\mathbf{m}_n,\sigma^2\mathbf{V}_n)$ pour $\beta\mid\sigma^2$ et dont le reste, divisé par $2\sigma^2$, s'ajoute à b_0/σ^2 pour former b_n/σ^2. Les puissances de σ^2 se regroupent en $(\sigma^2)^{-(a_0+n/2+1)}$ une fois le facteur $(\sigma^2)^{-k/2}$ absorbé par la normalisation de la normale en β, d'où a_n. La marginale de β s'obtient en intégrant σ^2 : l'intégrale d'une densité normale en β contre une inverse-gamma en σ^2 est une loi de Student de degrés de liberté $2a_n$, ce que l'on vérifie en reconnaissant, dans $\int(\sigma^2)^{-(a_n+k/2+1)}\exp[-(b_n+\tfrac12 Q)/\sigma^2]\,\mathrm{d}\sigma^2\propto(b_n+\tfrac12 Q)^{-(a_n+k/2)}$, avec $Q=(\beta-\mathbf{m}_n)^\top\mathbf{V}_n^{-1}(\beta-\mathbf{m}_n)$, le noyau $[1+Q/(2b_n)]^{-(2a_n+k)/2}$ d'une Student multivariée. La variance d'une Student d'échelle s et de ν degrés de liberté est $s^2\nu/(\nu-2)$, d'où l'écart-type annoncé. □

Trois lectures de l'équation (39.5) éclairent la pratique. D'abord, la moyenne a posteriori $\mathbf{m}_n$ est une moyenne matricielle pondérée de l'opinion antérieure et de l'estimation MCO : en écrivant $\mathbf{X}^\top\mathbf{y}=\mathbf{X}^\top\mathbf{X}\hat\beta$, on obtient $\mathbf{m}_n=\mathbf{V}_n(\mathbf{V}_0^{-1}\mathbf{m}_0+\mathbf{X}^\top\mathbf{X}\hat\beta)$, généralisation directe de l'équation (39.3) où les précisions sont devenues des matrices. Ensuite, la postérieure ne dépend des données que par $\mathbf{X}^\top\mathbf{X}$, $\mathbf{X}^\top\mathbf{y}$ et $\mathbf{y}^\top\mathbf{y}$, qui s'additionnent d'un échantillon à l'autre : la postérieure obtenue après un premier lot de ventes, prise comme a priori d'un second lot, donne exactement la postérieure que l'on aurait obtenue en traitant les deux lots ensemble. Cette *cohérence séquentielle* est ce qui autorise à faire d'un marché voisin, ou d'une période antérieure, la source d'un a priori ; l'exemple intégral la vérifie numériquement. Enfin, lorsque l'a priori s'efface, le résultat classique réapparaît.

Proposition 39.2 : A priori de référence et moindres carrés

Sous l'a priori impropre de référence $p(\beta,\sigma^2)\propto 1/\sigma^2$, cas limite de (39.4) où $\mathbf{V}_0^{-1}\to\mathbf{o}$, $a_0\to -k/2$ et $b_0\to 0$, la postérieure est NIG de paramètres $\mathbf{V}_n=(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}$, $\mathbf{m}_n=\hat\beta$, $a_n=(n-k)/2$ et $b_n=SCR/2$, où SCR est la somme des carrés des résidus MCO. La moyenne a posteriori de σ^2 est $SCR/(n-k-2)$, et la marginale de chaque coefficient est une Student à $n-k$ degrés de liberté centrée sur $\hat\beta_k$, d'échelle égale à l'erreur-type classique.

Démonstration. En annulant $\mathbf{V}_0^{-1}$ dans (39.5), $\mathbf{V}_n=(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}$ et $\mathbf{m}_n=(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^\top\mathbf{y}=\hat\beta$; alors $\mathbf{y}^\top\mathbf{y}-\hat\beta^\top\mathbf{X}^\top\mathbf{X}\hat\beta=(\mathbf{y}-\mathbf{X}\hat\beta)^\top(\mathbf{y}-\mathbf{X}\hat\beta)=SCR$ par orthogonalité des résidus aux colonnes de $\mathbf{X}$, et $a_n=-k/2+n/2$. L'échelle de la Student est $\sqrt{(b_n/a_n)[\mathbf{V}_n]_{kk}}=\sqrt{SCR/(n-k)\,[(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}]_{kk}}$, l'erreur-type classique de l'équation (18.9). □

Cette proposition est la clé de voûte du chapitre : l'analyse bayésienne de référence et l'analyse classique produisent les mêmes nombres, à ceci près que les intervalles de la première se lisent comme des probabilités sur les paramètres. L'inférence bayésienne ne commence à différer que lorsque l'a priori contient de l'information, ou lorsque le modèle devient hiérarchique.

39.2.3 La distribution prédictive de Student

Proposition 39.3 : Prédictive conjuguée

Sous la postérieure NIG($\mathbf{m}_n, \mathbf{V}_n, a_n, b_n$), le logarithme du prix y^* d'un immeuble de caractéristiques $\mathbf{x}^*$ suit a posteriori une loi de Student

$$y^* \mid \mathbf{y} \sim t_{2a_n}\!\left(\mathbf{x}^{*\top}\mathbf{m}_n,\ \frac{b_n}{a_n}\left(1 + \mathbf{x}^{*\top}\mathbf{V}_n\mathbf{x}^*\right)\right), \tag{39.6}$$

de centre $\mathbf{x}^{*\top}\mathbf{m}_n$ et d'échelle au carré $(b_n/a_n)(1 + \mathbf{x}^{*\top}\mathbf{V}_n\mathbf{x}^*)$. L'intervalle de crédibilité à queues égales au niveau $1-a$ pour le prix est $[\exp(\mathbf{x}^{*\top}\mathbf{m}_n - t_{2a_n;1-a/2}\, s^*),\ \exp(\mathbf{x}^{*\top}\mathbf{m}_n + t_{2a_n;1-a/2}\, s^*)]$ où s^* est l'échelle, et la médiane a posteriori du prix est $\exp(\mathbf{x}^{*\top}\mathbf{m}_n)$.

Démonstration. Conditionnellement à (β, σ^2), $y^* \sim \mathcal{N}(\mathbf{x}^{*\top}\beta, \sigma^2)$. En intégrant $\beta \mid \sigma^2 \sim \mathcal{N}(\mathbf{m}_n, \sigma^2\mathbf{V}_n)$, $y^* \mid \sigma^2 \sim \mathcal{N}(\mathbf{x}^{*\top}\mathbf{m}_n, \sigma^2(1 + \mathbf{x}^{*\top}\mathbf{V}_n\mathbf{x}^*))$, somme du bruit de transaction et de l'incertitude sur les coefficients, les deux étant proportionnels à σ^2. L'intégration d'une normale de variance $\sigma^2 c$ contre $\sigma^2 \sim \mathcal{IG}(a_n, b_n)$ donne, par le même calcul que dans la proposition 39.1, une Student à $2a_n$ degrés de liberté d'échelle au carré $c\, b_n/a_n$. Les quantiles se transportent par l'exponentielle, qui est monotone, et la médiane de la Student est son centre. □

Deux remarques distinguent cette prédictive de l'intervalle de prédiction (18.16). La première porte sur la forme : la loi est de Student, non normale, avec $2a_n = n - k$ degrés de liberté sous l'a priori de référence. Pour 584 degrés de liberté, le quantile à 97,5 % vaut 1,964 contre 1,960 pour la normale, et les intervalles sont indiscernables ; pour 28 degrés de liberté, comme dans le petit échantillon de l'exemple intégral, il vaut 2,048 et l'intervalle s'élargit de 4,5 % ; pour 5 degrés de liberté, 2,571, soit un tiers de plus. La Student rend compte de ce que le fréquentiste nomme l'incertitude sur σ et que l'intervalle normal du chapitre 18 ignore. La seconde remarque porte sur la moyenne en dollars. La loi de $\exp(y^*)$, log-Student, a des queues si épaisses que son espérance mathématique n'existe pas, quel que soit le nombre de degrés de liberté. Ce n'est pas un défaut du modèle mais un rappel utile : la quantité à communiquer est la médiane, c'est-à-dire le prix qui a autant de chances d'être dépassé que non atteint, ou un intervalle, et non une « moyenne » qui dépend de la forme des queues extrêmes. La correction de Duan du chapitre 18 cherchait à estimer cette moyenne pour une loi log-normale ; la prédictive bayésienne en montre la fragilité. Dans le modèle hiérarchique de la section 39.3, la moyenne a posteriori du prix existe à chaque tirage et sa moyenne de Monte-Carlo est finie ; on la rapportera à titre de comparaison avec la prédiction de Duan, en sachant ce qu'elle vaut.

39.2.4 Choisir l'a priori : référence, faiblement informatif, informatif

L'a priori de référence de la proposition 39.2 convient lorsque les ventes sont nombreuses et que l'on veut seulement bénéficier de la lecture bayésienne des intervalles. Il est impropre, c'est-à-dire qu'il n'intègre pas à un, ce qui interdit de calculer une vraisemblance marginale et donc des facteurs de Bayes ; cela n'empêche ni la postérieure ni la prédictive d'être parfaitement définies dès que $n > k$. Un a priori **faiblement informatif** propre, par exemple

$\mathbf{m}_0 = \mathbf{o}$ sauf pour la constante, $\mathbf{V}_0 = 10^4\,\mathbf{I}$, $a_0 = b_0 = 10^{-3}$, donne des résultats presque identiques, mais pas tout à fait : parce que l'a priori sur β est propre, les k paramètres ne « coûtent » plus de degrés de liberté et $a_n = a_0 + n/2$ au lieu de $(n-k)/2$, de sorte que la moyenne a posteriori de σ^2 est proche de $SCR/(n-2)$ plutôt que de $SCR/(n-k)$. Avec 600 ventes et 16 paramètres, la différence sur σ est de 0,0011 ; avec 40 ventes et 12 paramètres, elle n'est plus négligeable, et c'est une raison de préférer l'a priori de référence quand on ne veut rien dire.

L'a priori **informatif** est celui qui fait tout l'intérêt de l'approche dans les marchés minces. La difficulté est de le construire honnêtement. La règle qui gouverne l'exemple intégral est la suivante : on emprunte à un *marché voisin*, bien documenté, la postérieure de ses prix implicites, c'est-à-dire des pentes, et l'on refuse d'emprunter son niveau de prix, c'est-à-dire sa constante, parce que c'est précisément le niveau local que les quelques ventes locales doivent fixer. Formellement, si le marché voisin a fourni une postérieure $(\mathbf{m}^v, \mathbf{V}^v, a^v, b^v)$, l'a priori du marché cible prend $\mathbf{m}_0 = \mathbf{m}^v$ et $\mathbf{V}_0 = \kappa\,\mathbf{V}^v$ pour les pentes, un $\mathbf{V}_0$ pratiquement infini pour la constante, et $a_0 = a^v$, $b_0 = b^v$ pour la dispersion. Le facteur $\kappa \geq 1$ exprime la défiance : $\kappa = 1$ signifie que l'on tient les prix implicites du voisin pour ceux du marché cible, aux erreurs d'estimation près ; $\kappa = 4$ double leur écart-type ; $\kappa \to \infty$ revient à l'a priori de référence. Cette construction a deux mérites. Elle est traçable, puisque chaque hyperparamètre provient d'une estimation que l'on peut produire ; et elle est falsifiable, puisque si les ventes locales contredisent systématiquement les prix implicites empruntés, la postérieure s'en écartera d'autant plus que n est grand. Elle a aussi une limite évidente, que le chapitre 18 a rappelée : la fonction de prix hédonique est propre à un marché, et transposer ses dérivées d'un marché à l'autre est une hypothèse. Le bayésien ne supprime pas l'hypothèse ; il la quantifie par κ et il oblige à l'écrire.

39.3 Le modèle hiérarchique des effets de secteur

39.3.1 Trois attitudes devant les secteurs

Le modèle de référence du chapitre 18 traite les cinq secteurs de Gatineau par quatre indicatrices, Hull servant de référence. Cette spécification à **effets fixes** estime le niveau de prix de chaque secteur sur ses seules ventes : 186 à Hull, 200 dans le secteur Gatineau, 125 à Aylmer, 42 à Buckingham, 47 à Masson-Angers. Les erreurs-types des deux derniers, 0,07, sont cinq fois celles de Gatineau, et si Masson-Angers ne comptait que cinq ventes, son effet serait estimé à plus ou moins quinze pour cent. À l'opposé, le **regroupement complet** (en anglais *complete pooling*) ignore les secteurs et impose un niveau commun, ce que la variante « sans indicatrices de secteur » du tableau 18.5 a montré désastreux : $\hat{\sigma}$ passe de 0,083 à 0,104 et le sujet est surévalué de 4 %. Entre les deux, le modèle **hiérarchique**, ou à **effets aléatoires**, suppose que les niveaux de secteur α_s sont tirés d'une distribution commune :

$$\ln P_i = \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \alpha_{s(i)} + \varepsilon_i, \qquad \varepsilon_i \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2), \qquad \alpha_s \mid \alpha_0, \tau^2 \sim \mathcal{N}(\alpha_0, \tau^2), \quad s = 1, \dots, J, \tag{39.7}$$

où $\mathbf{x}_i$ ne contient plus de constante, celle-ci étant portée par les α_s, où α_0 est le niveau moyen des secteurs et où τ mesure leur dispersion. Le paramètre τ est la charnière du modèle : si $\tau \to \infty$, les α_s ne sont plus liés et l'on retrouve les effets fixes ; si $\tau \to 0$, ils sont tous égaux à α_0 et l'on retrouve le regroupement complet. Le modèle hiérarchique laisse les données fixer

τ, donc le degré de mise en commun. Gelman et Hill (2007) en font le fil conducteur de leur ouvrage, et le cas des quartiers emboîtés dans des municipalités, elles-mêmes emboîtées dans des régions, en est l'application immobilière la plus naturelle ; la section 39.7 y revient.

39.3.2 Le rétrécissement

Proposition 39.4 : Rétrécissement de l'effet de secteur

Dans le modèle (39.7), conditionnellement à β, α_0, σ^2 et τ^2, l'effet du secteur s qui compte n_s ventes a pour loi a posteriori

$$\alpha_s \mid \cdot \sim \mathcal{N}\!\left(B_s\,\bar{r}_s + (1-B_s)\,\alpha_0,\ \frac{\sigma^2}{n_s}\,B_s\right), \qquad B_s = \frac{n_s\tau^2}{n_s\tau^2+\sigma^2}, \tag{39.8}$$

où $\bar{r}_s = n_s^{-1}\sum_{i\,:\,s(i)=s}(\ln P_i - \mathbf{x}_i^{\mathsf{T}}\beta)$ est la moyenne des résidus partiels du secteur. Le facteur $B_s \in (0,1)$ est le poids de la moyenne des résidus du secteur ; $1-B_s$ est le poids de la moyenne commune, et la variance est celle de l'effet fixe, σ^2/n_s, multipliée par B_s.

Démonstration. Conditionnellement aux autres paramètres, les n_s quantités $r_i = \ln P_i - \mathbf{x}_i^{\mathsf{T}}\beta$ du secteur s sont indépendantes de loi $\mathcal{N}(\alpha_s, \sigma^2)$, et α_s a pour a priori $\mathcal{N}(\alpha_0, \tau^2)$. C'est exactement la situation de l'équation (39.3) avec $m_0 = \alpha_0$, $s_0^2 = \tau^2$, $n = n_s$ et $\bar{y} = \bar{r}_s$: la précision a posteriori est $n_s/\sigma^2 + 1/\tau^2$, dont l'inverse est $\sigma^2\tau^2/(n_s\tau^2+\sigma^2) = (\sigma^2/n_s)B_s$, et la moyenne est $(n_s\bar{r}_s/\sigma^2 + \alpha_0/\tau^2)/(n_s/\sigma^2+1/\tau^2) = B_s\bar{r}_s + (1-B_s)\alpha_0$. □

La formule dit tout ce qu'il faut savoir sur le **rétrécissement** (en anglais *shrinkage*). Un secteur riche en ventes ($n_s\tau^2 \gg \sigma^2$) a un B_s proche de un : son effet est estimé sur ses ventes, comme un effet fixe. Un secteur pauvre a un B_s plus petit et son effet est tiré vers la moyenne commune, d'autant plus que les secteurs se ressemblent (τ petit) et que le bruit de transaction est grand (σ grand). Le point de bascule est $n_s = \sigma^2/\tau^2$, nombre de ventes pour lequel $B_s = 1/2$. Avec $\sigma = 0{,}083$ et $\tau = 0{,}18$, valeurs que l'exemple intégral estimera, ce seuil est inférieur à une vente : les secteurs de Gatineau sont si différents les uns des autres, relativement au bruit, que même cinq ventes suffisent à fixer l'essentiel d'un niveau de secteur, et le rétrécissement sera modeste. Avec $\tau = 0{,}05$, valeur plausible pour des quartiers contigus d'un même secteur, le seuil monte à près de trois ventes et un quartier de cinq ventes n'a plus qu'un poids de 0,64. La figure 39.5 trace ces courbes. L'enseignement est double. D'une part, le rétrécissement n'est pas une correction arbitraire : c'est la pondération optimale des deux sources d'information, et il disparaît de lui-même quand il n'a plus lieu d'être. D'autre part, son ampleur dépend d'un paramètre, τ, que les données renseignent d'autant plus mal que les groupes sont peu nombreux, et c'est là que l'a priori sur τ devient important. Ce résultat, dont la forme remonte à l'estimateur de James et Stein et à sa lecture empirique par Efron et Morris (1975), est développé par Gelman et al. (2013, chap. 5) ; Goetzmann (1992) en a donné une application immobilière précoce en rétrécissant les indices de ventes répétées de petits marchés vers l'indice national.

39.3.3 L'a priori sur la variance des secteurs

Les paramètres β, α_0 et σ^2 sont bien informés par six cents ventes, et des a priori plats, $p(\beta) \propto 1$, $p(\alpha_0) \propto 1$, $p(\sigma^2) \propto 1/\sigma^2$, conviennent. Il n'en va pas de même de τ, qui n'est informé que par $J = 5$ écarts $\alpha_s - \alpha_0$. L'a priori conjugué traditionnel, une inverse-gamma $\mathcal{IG}(\epsilon, \epsilon)$ avec ϵ très petit, est trompeur dans ce cas : loin d'être non informatif, il concentre une masse considérable près de $\tau = 0$ et pousse le modèle vers le regroupement complet, d'autant plus que J est petit (Gelman 2006). Gelman et al. (2013, § 5.7) recommandent, pour un nombre de groupes d'au moins cinq, un a priori uniforme sur τ lui-même, $p(\tau) \propto 1$, qui équivaut à $p(\tau^2) \propto \tau^{-1}$ et dont la conditionnelle complète reste une inverse-gamma, $\tau^2 \mid \alpha, \alpha_0 \sim \mathcal{IG}((J-1)/2,\ \frac{1}{2}\sum_s(\alpha_s - \alpha_0)^2)$, propre dès que $J \geq 2$. C'est le choix de l'ouvrage, et c'est un choix : avec cinq secteurs, la postérieure de τ reste large, et l'analyse de sensibilité de la section 39.6 mesure ce que d'autres a priori changeraient. Le lecteur retiendra qu'un modèle hiérarchique à peu de groupes est un modèle où l'a priori sur la variance des groupes compte, et qu'il faut le déclarer.

39.4 Le calcul : l'échantillonneur de Gibbs

39.4.1 Pourquoi simuler

La postérieure jointe du modèle (39.7), $p(\beta, \alpha, \alpha_0, \sigma^2, \tau^2 \mid \mathbf{y})$, n'a pas de forme fermée : le produit de la vraisemblance normale, de l'a priori normal des α_s et de l'a priori sur τ n'appartient à aucune famille connue une fois τ^2 intégré. Pendant longtemps cette absence a confiné les modèles hiérarchiques à des approximations. Les méthodes de **Monte-Carlo par chaînes de Markov** (MCMC) ont levé l'obstacle : au lieu de calculer la postérieure, on en simule des tirages, dont les moyennes, écarts-types et quantiles empiriques estiment ceux de la postérieure avec une précision qui croît avec le nombre de tirages. L'**échantillonneur de Gibbs**, introduit en traitement d'images par Geman et Geman (1984) puis reconnu comme outil d'inférence générale par Gelfand et Smith (1990), est le plus simple d'entre eux : il tire tour à tour chaque bloc de paramètres de sa **conditionnelle complète**, c'est-à-dire de sa loi a posteriori sachant les valeurs courantes de tous les autres. Lorsque chaque conditionnelle est une loi standard, ce qui est le cas des modèles à a priori conjugués par morceaux comme le nôtre, l'algorithme s'écrit en quelques lignes et n'exige aucun réglage. Les logiciels généralistes comme Stan (Carpenter et al. 2017), qui emploient des méthodes hamiltoniennes plus puissantes, ont rendu ce genre de dérivation inutile pour l'utilisateur ; elle reste indispensable pour comprendre ce que ces logiciels font, et c'est pourquoi le chapitre la conduit à la main, en numpy, comme McElreath (2020) le recommande pédagogiquement.

39.4.2 Les conditionnelles complètes

En écrivant $\mathbf{Z}$ la matrice $n \times J$ des indicatrices de secteur et $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_J)$, la postérieure jointe est proportionnelle à

$$(\sigma^2)^{-n/2-1} \exp\!\left[-\frac{\|\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta - \mathbf{Z}\alpha\|^2}{2\sigma^2}\right] (\tau^2)^{-J/2} \exp\!\left[-\frac{\sum_s(\alpha_s - \alpha_0)^2}{2\tau^2}\right] p(\tau^2),$$

et chaque conditionnelle complète s'obtient en ne gardant que les facteurs qui dépendent du bloc considéré.

Les coefficients. À α et σ^2 fixés, $\mathbf{y} - \mathbf{Z}\alpha$ est une régression normale ordinaire sur $\mathbf{X}$ avec a priori plat, d'où, par la proposition 39.2 appliquée à σ^2 connu,

$$\beta \mid \cdot \sim \mathcal{N}\big((\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^\top(\mathbf{y} - \mathbf{Z}\alpha),\ \sigma^2(\mathbf{X}^\top\mathbf{X})^{-1}\big)\,. \tag{39.9}$$

Les effets de secteur et leur moyenne. La conditionnelle de chaque α_s est l'équation (39.8), et celle de α_0, à α et τ^2 fixés, est celle de la moyenne de J observations normales sous un a priori plat :

$$\alpha_0 \mid \cdot \sim \mathcal{N}\left(\frac{1}{J}\sum_{s=1}^{J}\alpha_s,\ \frac{\tau^2}{J}\right). \tag{39.10}$$

Les variances. En ne gardant que les facteurs en σ^2, puis en τ^2, on reconnaît deux noyaux inverse-gamma :

$$\sigma^2 \mid \cdot \sim \mathcal{IG}\Big(\frac{n}{2},\ \frac{1}{2}\,\|\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta - \mathbf{Z}\alpha\|^2\Big), \qquad \tau^2 \mid \cdot \sim \mathcal{IG}\left(\frac{J-1}{2},\ \frac{1}{2}\sum_{s=1}^{J}(\alpha_s - \alpha_0)^2\right), \tag{39.11}$$

la seconde sous l'a priori uniforme sur τ ; sous un a priori $\mathcal{IG}(a_\tau, b_\tau)$ sur τ^2, ses paramètres deviennent $a_\tau + J/2$ et $b_\tau + \frac{1}{2}\sum_s(\alpha_s - \alpha_0)^2$. Une itération de l'algorithme tire successivement (39.9), les J lois (39.8), (39.10) et les deux lois (39.11) ; la suite des valeurs forme une chaîne de Markov dont la loi stationnaire est la postérieure jointe. Les premières itérations, qui dépendent du point de départ, sont écartées (la période de *brûlage*, en anglais *burn-in*) ; les suivantes sont conservées.

39.4.3 Blocs, paramétrisation et mélange

Rien n'oblige à tirer β et α séparément. Conditionnellement à α_0, σ^2 et τ^2, le vecteur (β, α) est le coefficient d'une régression normale sur $\mathbf{W} = [\mathbf{X}\ \mathbf{Z}]$ avec un a priori normal $\mathcal{N}(\alpha_0\mathbf{1}, \tau^2\mathbf{I})$ sur la partie α et plat sur la partie β, de sorte que sa conditionnelle jointe est normale :

$$(\beta, \alpha) \mid \cdot \sim \mathcal{N}\big(\mathbf{Q}^{-1}\mathbf{b},\ \mathbf{Q}^{-1}\big), \qquad \mathbf{Q} = \frac{\mathbf{W}^\top\mathbf{W}}{\sigma^2} + \begin{pmatrix}\mathbf{o} & \mathbf{o}\\ \mathbf{o} & \tau^{-2}\mathbf{I}_J\end{pmatrix}, \qquad \mathbf{b} = \frac{\mathbf{W}^\top\mathbf{y}}{\sigma^2} + \begin{pmatrix}\mathbf{o}\\ \tau^{-2}\alpha_0\mathbf{1}_J\end{pmatrix}. \tag{39.12}$$

Tirer ce bloc d'un coup s'appelle le **Gibbs par blocs**, et la différence avec le tirage un à un n'est pas cosmétique. Lorsque deux paramètres sont fortement corrélés a posteriori, le tirage de l'un sachant l'autre ne bouge presque pas, et la chaîne met des milliers d'itérations à parcourir la postérieure : son **mélange** (en anglais *mixing*) est lent. Le chapitre 18 a signalé une colinéarité structurelle entre la distance au centre, positive seulement au-delà de trois kilomètres, et les indicatrices des secteurs périphériques ; dans le modèle hiérarchique, elle se traduit par une forte corrélation a posteriori entre β_{dist} et $\alpha_{\text{Buckingham}}$, $\alpha_{\text{Masson-Angers}}$, et l'échantillonneur un à un s'y enlise, comme la figure 39.4 le montrera. Le tirage par blocs supprime le problème parce que la loi jointe intègre la corrélation. Le choix de la *paramétrisation* compte pour la même raison : écrire le modèle avec des niveaux de secteur α_s centrés sur α_0, comme ici, plutôt qu'avec une constante globale et des écarts $\alpha_s - \alpha_0$ de moyenne nulle, est la paramétrisation *centrée* que Gelfand et al. (1995) ont montrée préférable lorsque les groupes sont bien informés par les données ; le centrage des colonnes de $\mathbf{X}$ sur leurs moyennes, qui découple β des niveaux, complète le dispositif.

39.4.4 Diagnostics de convergence

Une chaîne de Markov ne vient avec aucune garantie de convergence en temps fini ; les diagnostics sont obligatoires, et l'ouvrage en retient trois, tous proposés par Gelman et Rubin (1992) et raffinés depuis (Vehtari et al. 2021). Le premier est visuel : les *traces* de plusieurs chaînes lancées de points de départ dispersés doivent se mêler au point de ne plus pouvoir être distinguées. Le deuxième quantifie ce mélange. Pour un paramètre scalaire, on coupe chacune des c chaînes conservées en deux moitiés de longueur n, ce qui donne $m = 2c$ demi-chaînes, et l'on compare la variance entre demi-chaînes à la variance en leur sein :

$$B = \frac{n}{m-1}\sum_{j=1}^{m}(\bar{\psi}_{\cdot j} - \bar{\psi}_{\cdot\cdot})^2, \qquad W = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} s_j^2, \qquad \widehat{\mathrm{Var}}^{+} = \frac{n-1}{n}W + \frac{1}{n}B, \qquad \hat{R} = \sqrt{\frac{\widehat{\mathrm{Var}}^{+}}{W}}. \tag{39.13}$$

Si les chaînes ont convergé, chacune a exploré toute la postérieure, les moyennes des demi-chaînes se ressemblent, B est petit devant nW et $\hat{R}$ est proche de un ; si elles sont restées chacune dans une région, B est grand et $\hat{R}$ dépasse nettement un. La règle courante est de ne rien conclure tant que $\hat{R} > 1{,}01$ pour un paramètre d'intérêt. Le découpage en moitiés détecte le cas, fréquent, où une chaîne dérive lentement sans que les autres s'en écartent : ses deux moitiés ont alors des moyennes différentes. Le troisième diagnostic mesure ce que valent les tirages. Des tirages autocorrélés contiennent moins d'information que des tirages indépendants, et la **taille d'échantillon effective**

$$ESS = \frac{mn}{1 + 2\sum_{t=1}^{T}\hat{\rho}_t}, \qquad \hat{\rho}_t = 1 - \frac{V_t}{2\,\widehat{\mathrm{Var}}^{+}}, \qquad V_t = \frac{1}{m(n-t)}\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=t+1}^{n}(\psi_{i,j} - \psi_{i-t,j})^2, \tag{39.14}$$

est le nombre de tirages indépendants qui donneraient la même précision sur la moyenne a posteriori ; la somme des autocorrélations est tronquée au premier couple $(\hat{\rho}_{2t'} + \hat{\rho}_{2t'+1})$ négatif, suivant la règle de Geyer que Gelman et al. (2013, § 11.5) adoptent. Une erreur de Monte-Carlo sur la moyenne a posteriori de l'ordre du dixième de l'écart-type a posteriori exige un ESS d'une centaine ; pour des quantiles extrêmes, il en faut davantage, et la pratique vise quelques milliers.

39.4.5 Comparer des modèles

Faut-il traiter les secteurs par effets fixes, par effets aléatoires ou pas du tout ? La réponse bayésienne de principe passe par la vraisemblance marginale $p(\mathbf{y})$ de l'équation (39.1), mais elle est indéfinie sous des a priori impropres et extrêmement sensible aux a priori vagues ; l'ouvrage lui préfère les critères fondés sur la capacité prédictive hors échantillon, qui ont l'avantage de répondre à la question que l'évaluateur se pose. Le point de départ est la densité prédictive logarithmique ponctuelle, estimée à partir de S tirages $\theta^{(s)}$ de la postérieure,

$$\widehat{\mathrm{lppd}} = \sum_{i=1}^{n}\ln\left(\frac{1}{S}\sum_{s=1}^{S} p(y_i \mid \theta^{(s)})\right), \tag{39.15}$$

qui mesure à quel point le modèle prédit bien les données qu'il a vues et qui, comme toute mesure en échantillon, favorise les modèles complexes. Le **WAIC** de Watanabe (2010) la corrige par le nombre effectif de paramètres, estimé par la somme des variances a posteriori

des log-densités (Vehtari et al. 2017) :

$$p_{\text{WAIC}} = \sum_{i=1}^{n} \operatorname{Var}_s\left[\ln p(y_i \mid \theta^{(s)})\right], \qquad \widehat{\text{elpd}}_{\text{WAIC}} = \widehat{\text{lppd}} - p_{\text{WAIC}}, \qquad \text{WAIC} = -2\,\widehat{\text{elpd}}_{\text{WAIC}}. \tag{39.16}$$

Le WAIC approche la validation croisée « une observation à la fois » (en anglais *leave-one-out*, LOO), c'est-à-dire la somme des log-densités prédictives de chaque vente calculées par un modèle estimé sans elle. Cette dernière se calcule exactement, en forme fermée, pour le modèle conjugué, puisque la proposition 39.3 donne la prédictive de chaque vente retirée après une réestimation que l'équation (39.5) rend instantanée ; pour le modèle hiérarchique, on l'approche sans réestimer par échantillonnage préférentiel, en repondérant les tirages de la postérieure complète par $1/p(y_i \mid \theta^{(s)})$, poids que l'on tronque pour en stabiliser la variance, selon le principe de la méthode PSIS de Vehtari, Gelman et Gabry. Les trois quantités, WAIC, LOO exact et LOO par importance, doivent concorder pour un modèle bien conditionné, et l'exemple le vérifie. Elles se comparent entre modèles par leur différence et par l'erreur-type de cette différence ; une différence d'$\widehat{\text{elpd}}$ inférieure à son erreur-type ne départage rien, et c'est alors la simplicité ou l'interprétabilité qui décide.

39.5 Exemple intégral : la maison du cas 1 et les secteurs de Gatineau

Données synthétiques

Les 600 ventes du cas 1 (`data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv`, graine 20261031) sont fictives et engendrées par la loi semi-logarithmique déclarée dans `data/synthetic/README.md` et rappelée au chapitre 18 : élasticité de 0,55 pour la superficie habitable, primes de secteur égales au logarithme du rapport des médianes publiées par l'APCIQ au troisième trimestre de 2026 à celle de Hull (Masson-Angers : moins deux points, hypothèse), croissance annuelle composée de 4,43 % et erreur normale d'écart-type 0,085 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c ; Ville de Gatineau 2026d). Les coordonnées sont synthétiques et aucune adresse n'existe. La connaissance des lois de génération permet de vérifier que les postérieures couvrent les vrais paramètres et que l'échantillonneur retrouve ce qu'il doit retrouver, ce qu'aucune donnée réelle ne permet. Tous les chiffres de cette section sont imprimés par `analysis/python/cases/ch39_bayes.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch39.py` ; les régresseurs sont ceux de `traite.cas1.matrice`, le modèle fréquentiste de comparaison est `traite.cas1.hedonique` et son intervalle `traite.cas1.intervalle_prediction`. Les tirages de Gibbs proviennent de quatre chaînes de 3 000 itérations dont 1 000 de brûlage, soit 8 000 tirages conservés.

Exemple 39.1 : Postérieures, prédictive du sujet, petit marché et effets de secteur

L'exemple procède en six étapes : la régression conjuguée sur les 600 ventes et sa confrontation aux moindres carrés ; la prédictive du sujet et sa comparaison à l'inter-

valle du chapitre 18 ; le petit marché des quarante ventes autour du sujet avec un a priori emprunté aux autres secteurs ; le modèle hiérarchique des secteurs et ses diagnostics ; l'expérience du secteur de Masson-Angers réduit à cinq, dix et vingt ventes ; la comparaison des trois traitements des secteurs par le WAIC et la validation croisée.

Étape 1 : la régression conjuguée sur 600 ventes. Le tableau 39.2 présente la postérieure NIG sous l'a priori de référence. Conformément à la proposition 39.2, les moyennes a posteriori coïncident avec les coefficients MCO du tableau 18.3 à la dixième décimale, $a_n = 292$, soit $\nu = 584$ degrés de liberté, et $b_n = 2{,}0122$, la moitié de la somme des carrés des résidus. La moyenne a posteriori de σ est 0,0832, contre $\hat{\sigma} = 0{,}0830$: la différence est le facteur $(n-k)/(n-k-2)$. Les écarts-types a posteriori sont ceux de la Student de référence, très proches des erreurs-types HC1 du chapitre 18 parce que les erreurs du jeu sont homoscédastiques : 0,0138 contre 0,0127 pour l'élasticité de la superficie, 0,0669 contre 0,0672 pour Masson-Angers. Les quinze paramètres de génération tombent dans les intervalles de crédibilité à 95 %, et la figure 39.1 montre six de ces densités marginales avec le paramètre vrai et l'estimation MCO : les courbes sont des Student à 584 degrés de liberté, indiscernables de normales. Sous l'a priori faiblement informatif propre ($\mathbf{V}_0 = 10^4\mathbf{I}$, $a_0 = b_0 = 10^{-3}$), les moyennes a posteriori ne s'écartent des coefficients MCO que de 3×10^{-5} au plus, mais $a_n = 300{,}001$, $\nu = 600$ et la moyenne a posteriori de σ tombe à 0,0821 : l'a priori propre « achète » les seize paramètres et rend la dispersion un peu trop optimiste. La cohérence séquentielle se vérifie en prenant la postérieure des 344 ventes de 2023 et 2024 comme a priori des 256 ventes de 2025 et 2026 : la postérieure finale coïncide avec celle des 600 ventes à 10^{-11} près, pour les moyennes comme pour a_n et b_n.

Étape 2 : la prédictive du sujet. Pour le cottage de 165 m² à Hull évalué au 1er septembre 2026, le centre de la prédictive est $\mathbf{x}_s^{\top}\mathbf{m}_n = 13{,}3627$, la médiane a posteriori du prix $\exp(13{,}3627) = 635\,821$ \$ et l'échelle $s^{*} = 0{,}08364$, dont 1,49 % provient de $\mathbf{x}_s^{\top}\mathbf{V}_n\mathbf{x}_s$, l'incertitude sur les coefficients, le reste étant le bruit de transaction. L'intervalle de crédibilité à 95 % va de 539 504 \$ à 749 334 \$, celui à 90 % de 553 979 \$ à 729 754 \$ (tableau 39.3). L'intervalle de prédiction fréquentiste du chapitre 18, de 539 682 \$ à 749 087 \$, en diffère de moins de 0,04 % à chaque borne : les deux calculs utilisent les mêmes nombres, à la différence près du quantile de Student (1,964 contre 1,960) et de la matrice de covariance (classique contre HC1), qui se compensent presque exactement ici. Ce que le bayésien apporte n'est donc pas un intervalle différent ; c'est le droit de dire que, sous le modèle, la probabilité que le sujet se vende entre 540 000 \$ et 749 000 \$ est de 95 %, et que la probabilité qu'il se vende au-dessus de 650 000 \$ est de 39,6 % (exercice 39.2). La figure 39.2 superpose cette prédictive de Student à celle du modèle hiérarchique de l'étape 4 et aux bornes du chapitre 18.

Étape 3 : un petit marché et un a priori emprunté. Les filtres du chapitre 16 laissent quarante ventes dans un rayon de trois kilomètres du sujet au cours des dix-huit derniers mois. Estimer sur ces quarante ventes un modèle à douze paramètres, les indicatrices de secteur étant constantes dans ce sous-échantillon, est la situation du marché mince. Sous l'a priori de référence, la postérieure ne dispose que de $\nu = 28$ degrés de liberté : l'élasticité de la superficie est estimée à 0,611 avec un écart-type de 0,067, l'échelon de qualité à 0,101 (0,022), la place de garage à 0,010 (0,024), et la moyenne a posteriori de σ monte à 0,0924 ; le sujet est prédit à une médiane de

650 965 $ dans un intervalle à 95 % de 535 079 $ à 791 950 $, large de 39,5 % de la médiane (tableau 39.4). L'a priori informatif emprunte aux 414 ventes des quatre autres secteurs la postérieure de leurs prix implicites, sans leur constante, selon la règle de la section 39.2. Avec $\kappa = 1$, l'élasticité devient 0,543 (0,016), la qualité 0,062 (0,005), le garage 0,027 (0,006), presque les valeurs des 600 ventes ; la médiane du sujet descend à 630 978 $ et l'intervalle se resserre à 33,2 % de la médiane, de 534 942 $ à 744 255 $. Avec $\kappa = 4$ et $\kappa = 16$, les postérieures s'éloignent graduellement de l'a priori vers l'estimation locale, et la figure 39.3 en montre le glissement. Deux enseignements. Le premier est que l'a priori agit surtout sur la *position* de la prédiction, qu'il déplace de 20 000 $, et sur les coefficients, dont il divise l'incertitude par quatre, mais peu sur la *largeur* de l'intervalle du sujet, qui passe de 39,5 à 33,2 % : la largeur est gouvernée par σ, que quarante ventes mesurent déjà grossièrement, et par les degrés de liberté de la Student. Le second est que la version $\kappa = 1$ reproduit presque la postérieure des 600 ventes, ce qui est attendu puisque les quarante ventes locales appartiennent au même jeu synthétique que les 414 autres ; sur un marché réel, l'écart entre l'estimation locale et l'a priori emprunté serait l'information la plus précieuse de l'analyse, parce qu'il mesurerait ce que le petit marché a de spécifique. Le sous-échantillon de Hull seul, 186 ventes, donne une médiane de 623 894 $ et un intervalle de 526 381 $ à 739 471 $, intermédiaire.

Étape 4 : le modèle hiérarchique des secteurs. Le tableau 39.5 rapporte la postérieure du modèle (39.7) obtenue par le Gibbs par blocs. Les coefficients des caractéristiques sont ceux du modèle à effets fixes, à moins d'un centième d'écart-type ; σ a pour moyenne 0,0832 ; τ a une médiane de 0,181 et un intervalle à 90 % de 0,089 à 0,494, large comme on l'attend de cinq groupes ; le niveau moyen des secteurs α_0 vaut 13,021 avec un écart-type de 0,147. Les effets relatifs à Hull, $\alpha_s - \alpha_{\text{Hull}}$, se comparent directement aux indicatrices du chapitre 18 : $-0{,}015$ contre $-0{,}022$ pour le secteur Gatineau, $+0{,}098$ contre $+0{,}085$ pour Aylmer, $-0{,}207$ contre $-0{,}250$ pour Buckingham et $-0{,}224$ contre $-0{,}263$ pour Masson-Angers. Les deux secteurs périphériques sont rétrécis d'environ 0,04 vers la moyenne commune, qui se situe à $\alpha_0 - \alpha_{\text{Hull}} = -0{,}07$, et les deux primes vraies, $-0{,}184$ et $-0{,}204$, sont à l'intérieur de tous les intervalles ; il se trouve que les estimations rétrécies en sont plus proches que les effets fixes, mais c'est une propriété de ce tirage, non une garantie. Les facteurs de rétrécissement (39.8) à la médiane de σ^2 et τ^2 valent 0,999 pour Hull, Gatineau et Aylmer, 0,995 pour Buckingham et Masson-Angers : avec des secteurs aussi différents, quarante-deux ventes suffisent à fixer un niveau. Le tableau 39.6 et la figure 39.4 comparent les deux échantillonneurs. Par blocs, tous les $\hat{R}$ sont inférieurs à 1,002 et les tailles d'échantillon effectives dépassent 4 700 sur 8 000 pour tous les effets de secteur, 2 985 pour τ ; un paramètre à la fois, les coefficients des caractéristiques physiques ont des $\hat{R}$ excellents, mais la distance au centre et les niveaux de Hull, Buckingham et Masson-Angers ont des $\hat{R}$ de 1,06 à 1,07 et des *ESS* de 91 à 98, soit un tirage utile sur quatre-vingts. Les traces du haut de la figure montrent des chaînes qui dérivent lentement et séparément ; celles du bas se mêlent dès la première itération. C'est la colinéarité structurelle du tableau 18.4, distance au centre contre secteurs périphériques, vue du côté de l'algorithme. La prédictive du sujet, obtenue en exponentiant $(\mathbf{x}_s - \bar{\mathbf{x}})^{\top}\beta^{(s)} + \alpha_{\text{Hull}}^{(s)} + \varepsilon^{(s)}$ pour chacun des 8 000 tirages, a une médiane de 634 748 $, une moyenne de 637 727 $, un intervalle à 90 % de 554 564 $ à 729 004 $ et un intervalle à 95 % de 540 309 $ à 749 431 $ (tableau 39.3). La moyenne est à 226 $ de

la prédiction de Duan du chapitre 18, ce qui illustre la dernière ligne du tableau 39.1 : la retransformation est implicite dans la prédictive. L'écart-type du logarithme vaut 0,0834, dont 0,0103 seulement pour la composante « moyenne » $(\mathbf{x}_s - \bar{\mathbf{x}})^\top \beta + \alpha_{\text{Hull}}$.

Étape 5 : Masson-Angers réduit à cinq, dix et vingt ventes. Pour montrer le rétrécissement là où il compte, on retire des ventes de Masson-Angers en ne conservant qu'un sous-ensemble emboîté de cinq, dix, vingt, puis les quarante-sept ventes, et l'on réestime les deux modèles ; le tableau 39.7 et la figure 39.5 rapportent l'effet du secteur et la prédictive d'un sujet hypothétique de mêmes caractéristiques que celui du cas 1 mais situé à Masson-Angers, à la distance médiane du secteur (26,9 km du centre). Avec cinq ventes, l'effet fixe est de −0,342 avec un écart-type de 0,076 et l'effet aléatoire de −0,300 avec un écart-type de 0,080 ; le facteur B vaut 0,970, de sorte que trois pour cent de l'estimation proviennent de la moyenne commune, et l'effet rétréci est déplacé de 0,042 vers elle. Avec dix ventes, −0,321 contre −0,282 ; avec vingt, −0,280 contre −0,239 ; avec quarante-sept, −0,263 contre −0,224. Dans les quatre cas, l'effet rétréci est plus proche du paramètre vrai, −0,204, que l'effet fixe, et les deux intervalles le contiennent. L'écart-type a posteriori de l'effet aléatoire est légèrement supérieur à celui de l'effet fixe, ce qui peut surprendre après l'équation (39.8) : la variance conditionnelle $B_s\sigma^2/n_s$ est bien inférieure à σ^2/n_s, mais la postérieure marginale intègre l'incertitude sur τ, α_0 et σ, et avec cinq groupes cette intégration ajoute davantage que le rétrécissement ne retranche. Les prédictives du sujet hypothétique le confirment : la médiane passe de 418 591 $ à 448 726 $ entre cinq et quarante-sept ventes pour le modèle à effets fixes, de 421 106 $ à 448 829 $ pour le modèle hiérarchique, et la largeur de l'intervalle à 95 %, de 36,1 à 33,4 % de la médiane pour l'un, de 36,1 à 33,1 % pour l'autre. Que cinq ventes locales suffisent à produire un intervalle à peine plus large que quarante-sept tient à la domination du bruit de transaction, déjà relevée au chapitre 18 ; ce que les ventes supplémentaires apportent, c'est la position de l'intervalle, qui bouge de 30 000 $.

Étape 6 : comparer les trois traitements des secteurs. Le tableau 39.8 applique le WAIC et la validation croisée aux trois modèles. Le regroupement complet, sans secteur, a une $\widehat{\text{elpd}}_{\text{WAIC}}$ de 497,8 ; les effets fixes, 633,2 ; les effets aléatoires, 632,9. La différence entre le regroupement complet et les deux autres, 135 unités pour une erreur-type d'une vingtaine, est écrasante ; celle entre effets fixes et aléatoires, 0,3 unité pour une erreur-type de 16, ne départage rien, et c'est le résultat attendu lorsque tous les secteurs ont assez de ventes pour que B_s soit proche de un. Le nombre effectif de paramètres, p_{WAIC}, vaut 12,4, 16,0 et 16,1 pour 12 et 16 coefficients, puis 16 coefficients et deux hyperparamètres (α_0, τ) : le modèle hiérarchique « dépense » à peine plus que le modèle à effets fixes, parce que le rétrécissement est faible ici, et il dépenserait moins si les secteurs étaient pauvres en ventes. Pour les deux modèles conjugués, le LOO exact, 497,8 et 633,1, et le LOO par importance tronquée concordent avec le WAIC à moins d'une dixième d'unité ; pour le modèle hiérarchique, le LOO par importance donne 632,9. Le choix entre effets fixes et aléatoires se fait donc ici sur d'autres critères : le modèle hiérarchique est préférable dès qu'un secteur est peu documenté ou qu'un sujet se trouve dans un secteur sans ventes, où l'effet fixe n'existe pas et où le modèle hiérarchique propose α_0 avec un écart-type τ, et il est indifférent sinon.

Tableau 39.2. Régression hédonique bayésienne conjuguée sur les 600 ventes du cas 1 : a priori de référence, postérieure NIG et comparaison aux moindres carrés (données synthétiques)

Variable	MCO $\hat{\beta}$ (e.-t. HC1)	Moy. a post.	É.-t. a post.	Créd. 2,5 %	Créd. 97,5 %	Vrai
Constante	13,2074 (0,0138)	13,207 4	0,015 2	13,177 7	13,237 2	—
ln(superficie habitable / 140)	0,5391 (0,0127)	0,539 1	0,013 8	0,512 1	0,566 0	0,550 0
ln(terrain / 560)	0,0937 (0,0110)	0,093 7	0,010 5	0,073 0	0,114 3	0,100 0
Âge	−0,0051 (0,0006)	−0,005 1	0,000 6	−0,006 3	−0,003 9	−0,005 5
Âge² / 100	0,0026 (0,0006)	0,002 6	0,000 7	0,001 3	0,004 0	0,003 0
Qualité (écart à 3)	0,0611 (0,0042)	0,061 1	0,004 1	0,053 1	0,069 1	0,060 0
Garage (places)	0,0324 (0,0050)	0,032 4	0,005 2	0,022 2	0,042 6	0,035 0
Sous-sol fini	0,0220 (0,0069)	0,022 0	0,007 0	0,008 3	0,035 6	0,030 0
Piscine	0,0263 (0,0084)	0,026 3	0,010 0	0,006 7	0,045 9	0,020 0
À étages	0,0301 (0,0069)	0,030 1	0,006 9	0,016 6	0,043 6	0,020 0
Distance au centre > 3 km	−0,0036 (0,0027)	−0,003 6	0,002 7	−0,008 9	0,001 8	−0,006 0
Secteur Gatineau	−0,0223 (0,0146)	−0,022 3	0,014 7	−0,051 1	0,006 5	−0,021 5
Secteur Aylmer	0,0854 (0,0231)	0,085 4	0,023 7	0,039 0	0,131 8	0,109 6
Secteur Buckingham	−0,2504 (0,0718)	−0,250 4	0,073 2	−0,394 0	−0,106 7	−0,184 4
Secteur Masson-Angers	−0,2631 (0,0672)	−0,263 1	0,066 9	−0,394 3	−0,132 0	−0,204 4
Mois depuis le 1er juillet 2024	0,0036 (0,0003)	0,003 6	0,000 3	0,003 1	0,004 2	0,003 6

$n = 600$; $k = 16$; $a_n = 292$ ($\nu = 584$) ; $b_n = 2{,}0122$; $\mathrm{E}[\sigma \mid \mathbf{y}] = 0{,}0832$ (MCO : 0,0830 ; vrai : 0,085)
15 paramètres de génération sur 15 dans l'intervalle de crédibilité à 95 %

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch39_bayes.py`. Écart-type a posteriori de la marginale de Student ; intervalles de crédibilité à queues égales ; MCO et HC1 : tableau 18.3.

Tableau 39.3. Distribution prédictive du prix du sujet du cas 1 au 1er septembre 2026 selon trois approches (données synthétiques)

Approche	Médiane ($)	Moyenne ($)	Borne 5 %	Borne 95 %	Borne 2,5 %	Borne 97,5 %
Fréquentiste (ch. 18 : normale, HC1, Duan)	635 821	637 953	554 095	729 601	539 682	749 087
Conjuguée, a priori de référence (Student, 584 ddl)	635 821	n'existe pas	553 979	729 754	539 504	749 334
Hiérarchique (8 000 tirages de Gibbs)	634 748	637 727	554 564	729 004	540 309	749 431

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch39_bayes.py` ; ligne fréquentiste : `traite.cas1.predire` et `intervalle_prediction` aux niveaux 90 et 95 %. La moyenne d'une loi log-Student n'existe pas (proposition 39.3) ; la moyenne hiérarchique est la moyenne des tirages exponentiés.

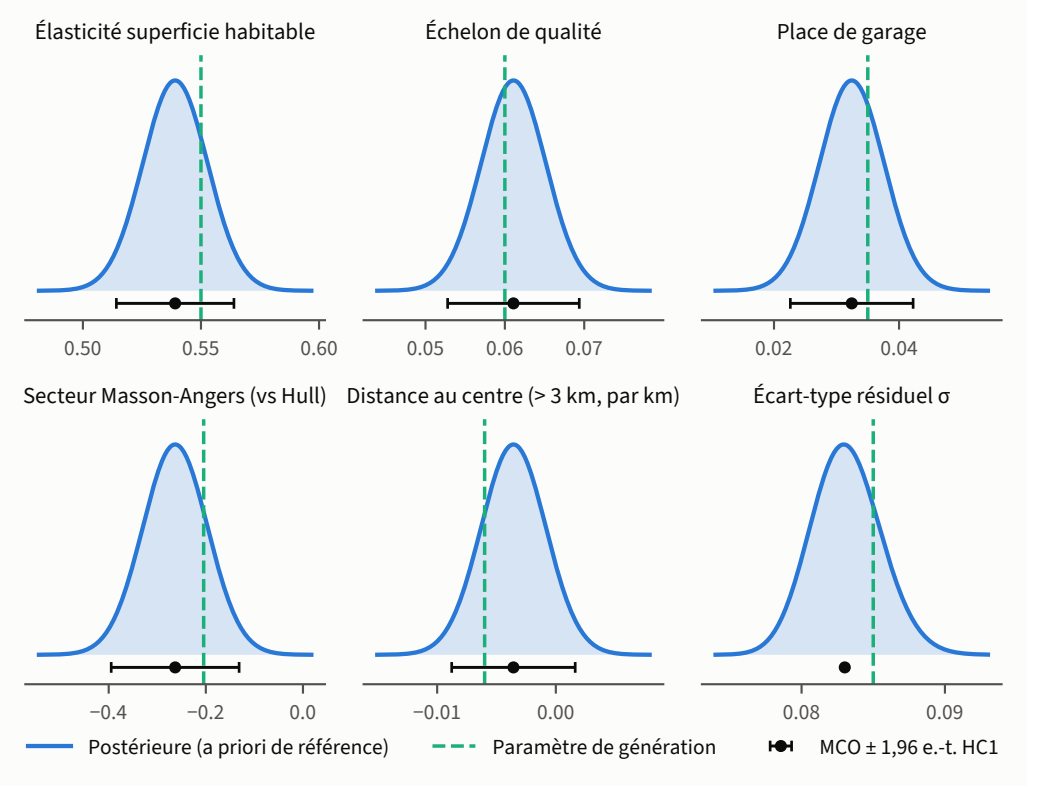


Figure 39.1. Densités marginales a posteriori de six paramètres du modèle conjugué (a priori de référence, 600 ventes) : lois de Student à 584 degrés de liberté, indiscernables de normales. Le point et sa barre donnent l'estimation MCO avec ±1,96 erreur-type HC1 ; la ligne tiretée, le paramètre de génération. Les deux lectures coïncident numériquement ; seule leur interprétation diffère.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch39_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 39.4. Petit marché : 40 ventes à moins de 3 km du sujet et de moins de 18 mois, sous un a priori de référence et sous un a priori emprunté aux 414 ventes des autres secteurs (données synthétiques)

A priori	$\beta_{\ln S}$ (é.-t.)	Qualité (é.-t.)	Médiane ($)	Créd. 2,5 %	Créd. 97,5 %	Larg. (%)
Référence, 40 ventes ($\nu = 28$)	0,611 (0,067)	0,101 (0,022)	650 965	535 079	791 950	39,5
Voisin, $\kappa = 1$	0,543 (0,016)	0,062 (0,005)	630 978	534 942	744 255	33,2
Voisin, $\kappa = 4$	0,550 (0,028)	0,067 (0,008)	633 734	536 880	748 059	33,3
Voisin, $\kappa = 16$	0,568 (0,042)	0,076 (0,013)	637 196	539 063	753 193	33,6
Référence, Hull seul (186 ventes)	0,540 (0,025)	—	623 894	526 381	739 471	34,2
Référence, 600 ventes	0,539 (0,014)	0,061 (0,004)	635 821	539 504	749 334	33,0

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch39_bayes.py`. Largeur : (borne 97,5 % − borne 2,5 %)/médiane. A priori emprunté : pentes centrées sur la postérieure des autres secteurs avec $\mathbf{V}_0 = \kappa \mathbf{V}^{v}$, constante plate, $a_0 = a^{v}$, $b_0 = b^{v}$; coefficient du garage et $\mathrm{E}[\sigma]$ dans le texte.

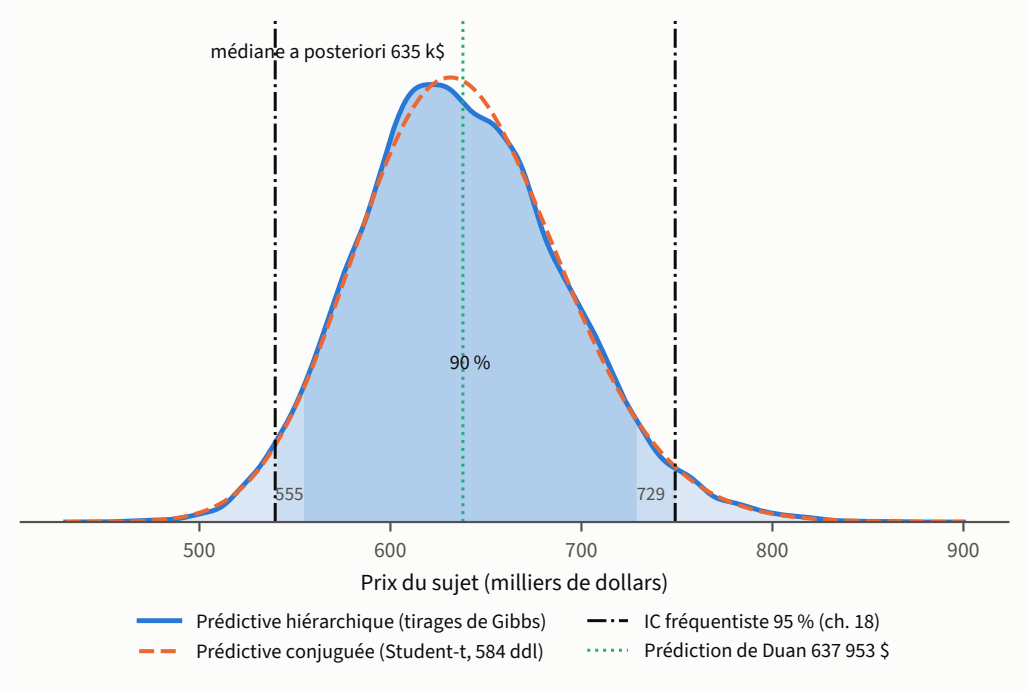


Figure 39.2. Distribution prédictive a posteriori du prix du sujet : densité des 8 000 tirages du modèle hiérarchique (aire, avec les intervalles de crédibilité à 90 et 95 % en teintes plus foncées), prédictive de Student du modèle conjugué (tirets) et bornes de l'intervalle de prédiction fréquentiste à 95 % du chapitre 18 (traits mixtes). Les trois approches donnent le même intervalle ; la lecture bayésienne autorise à l'énoncer comme une probabilité.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch39_figures.py`, graine 20261031.

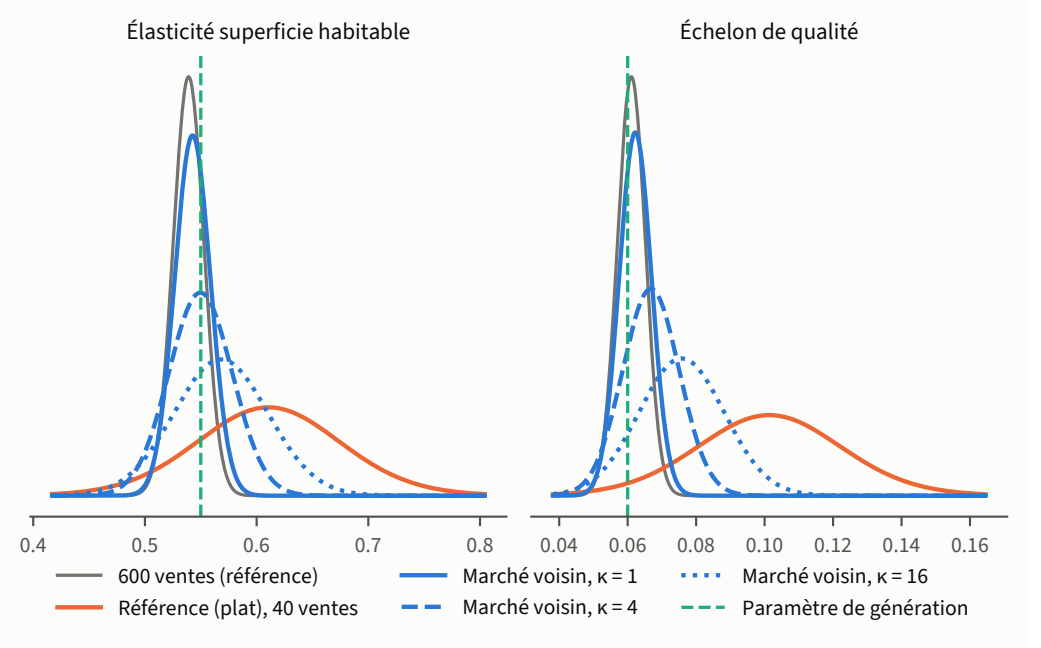


Figure 39.3. Postérieures de l'élasticité de la superficie et de l'échelon de qualité sur les 40 ventes du petit marché, sous l'a priori de référence (courbe large) et sous l'a priori emprunté au marché voisin pour trois degrés de défiance κ ; la courbe grise est la postérieure des 600 ventes et la ligne tiretée le paramètre de génération. À $\kappa = 1$ l'a priori domine ; à $\kappa = 16$ les quarante ventes reprennent la main.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch39_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 39.5. Modèle hiérarchique des secteurs sur les 600 ventes du cas 1 : postérieure par Gibbs par blocs (4 chaînes, 8 000 tirages) et effets de secteur relatifs à Hull comparés aux effets fixes du chapitre 18 (données synthétiques)

	Postérieure hiérarchique				Ch. 18		
Paramètre	Moyenne	É.-t.	2,5 %	97,5 %	Effet fixe	E.-t. HC1	Vrai
σ	0,083 2	0,002 4	0,078 5	0,088 1	0,083 0	—	0,085 0
τ (médiane 0,181)	0,228 1	0,205 0	0,079 7	0,633 0	—	—	—
α_0 (niveau moyen)	13,020 9	0,147 4	12,778 6	13,256 1	—	—	—
α_{Hull}	13,089 6	0,020 3	13,050 4	13,129 3	—	—	—
$\alpha_{\text{Gat}} - \alpha_{\text{Hull}}$	−0,015 3	0,015 1	−0,045 0	0,014 1	−0,022 3	0,014 6	−0,021 5
$\alpha_{\text{Ayl}} - \alpha_{\text{Hull}}$	0,097 6	0,024 3	0,050 7	0,144 9	0,085 4	0,023 1	0,109 6
$\alpha_{\text{Buck}} - \alpha_{\text{Hull}}$	−0,207 3	0,076 1	−0,356 2	−0,060 6	−0,250 4	0,071 8	−0,184 4
$\alpha_{\text{MA}} - \alpha_{\text{Hull}}$	−0,224 0	0,069 5	−0,360 2	−0,089 4	−0,263 1	0,067 2	−0,204 4
$\beta_{\ln S}$	0,539 5	0,013 7	0,513 0	0,566 2	0,539 1	0,012 7	0,550 0
$\beta_{\text{qualité}}$	0,061 3	0,004 1	0,053 3	0,069 5	0,061 1	0,004 2	0,060 0
β_{dist}	−0,005 2	0,002 8	−0,010 6	0,000 4	−0,003 6	0,002 7	−0,006 0
B_s (médiane de σ^2, τ^2) : Hull 0,999 ; Gatineau 0,999 ; Aylmer 0,998 ; Buckingham 0,995 ; Masson-Angers 0,995							

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch39_bayes.py`. A priori : plats sur β et α_0, $1/\sigma^2$ sur σ^2, uniforme sur τ ; les autres coefficients sont dans le script. Gat : Gatineau ; Ayl : Aylmer ; Buck : Buckingham ; MA : Masson-Angers.

Tableau 39.6. Diagnostics de convergence des deux échantillonneurs de Gibbs (4 chaînes de 2 000 tirages conservés) pour les paramètres les plus corrélés a posteriori

	Un paramètre à la fois		Par blocs (β, α)	
Paramètre	$\hat{R}$	ESS	$\hat{R}$	ESS
Distance au centre	1,065	91	1,000	4 785
α_{Hull}	1,058	98	1,000	4 976
α_{Gatineau}	1,040	153	1,000	5 881
α_{Aylmer}	1,007	749	1,000	7 662
$\alpha_{\text{Buckingham}}$	1,067	92	1,000	4 750
$\alpha_{\text{Masson-Angers}}$	1,062	94	1,000	4 745
α_0	1,001	208	1,000	6 950
τ	1,006	678	1,001	2 985
σ	1,000	7 616	1,000	7 664
Élasticité de la superficie	1,000	5 852	1,000	6 721

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch39_bayes.py`. $\hat{R}$ scindé (39.13) et ESS (39.14) ; 8 000 tirages conservés au total.

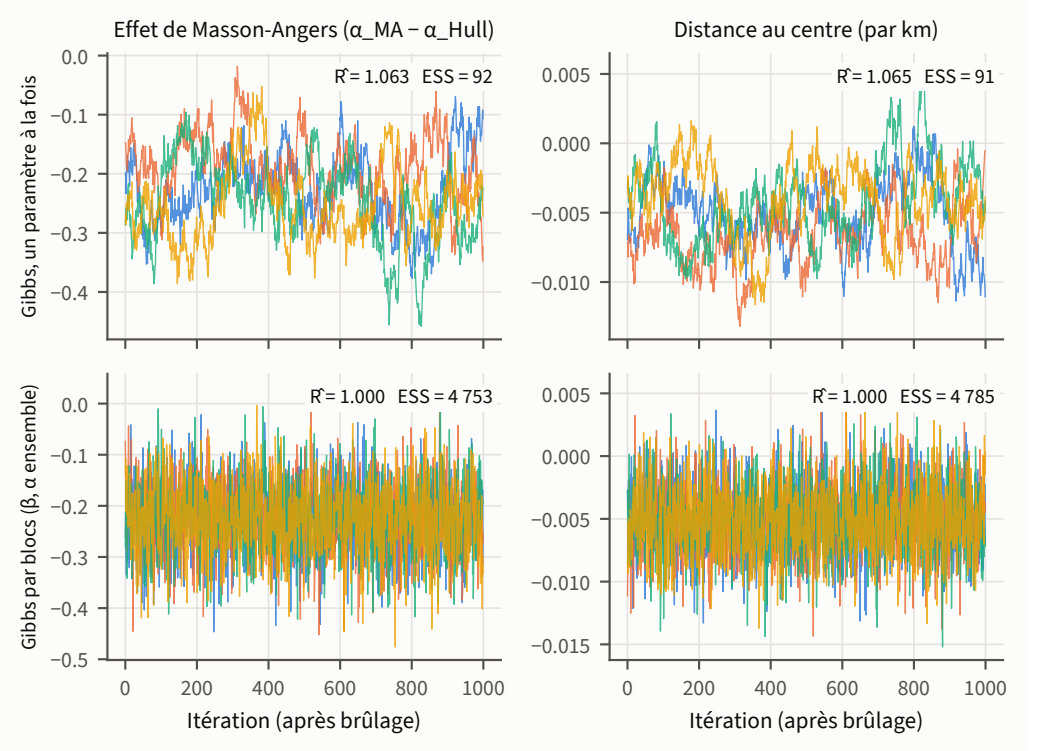


Figure 39.4. Traces des quatre chaînes (mille premières itérations conservées) pour l'effet de Masson-Angers relatif à Hull et pour le coefficient de la distance au centre. En haut, l'échantillonneur un paramètre à la fois : les chaînes dérivent lentement et séparément, $\hat{R}$ dépasse 1,06 et l'ESS est inférieur à cent. En bas, le Gibbs par blocs : les chaînes se mêlent immédiatement. La corrélation a posteriori entre la distance et les niveaux des secteurs périphériques est la cause du mélange lent.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch39_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 39.7. Expérience : secteur de Masson-Angers réduit à 5, 10, 20 puis 47 ventes ; effet du secteur et prédictive d'un sujet hypothétique situé à Masson-Angers (données synthétiques)

n_{MA}	Effet fixe	É.-t.	Effet aléat.	É.-t.	τ méd.	B_{MA}	Méd. fixe ($)	Larg. (%)	Méd. hiér. ($)	Larg. (%)
5	−0,342	0,076	−0,300	0,080	0,211	0,970	418 591	36,1	421 106	36,1
10	−0,321	0,071	−0,282	0,074	0,204	0,984	428 848	34,6	430 624	34,8
20	−0,280	0,069	−0,239	0,072	0,187	0,990	443 619	34,0	443 556	34,0
47	−0,263	0,067	−0,224	0,070	0,181	0,996	448 726	33,4	448 829	33,1

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch39_bayes.py`. Paramètre vrai de Masson-Angers : −0,2044 ; sous-ensembles emboîtés tirés avec la graine 20261031 ; sujet hypothétique : caractéristiques du sujet du cas 1, secteur Masson-Angers, 26,9 km du centre ; largeur de l'intervalle à 95 % en pourcentage de la médiane.

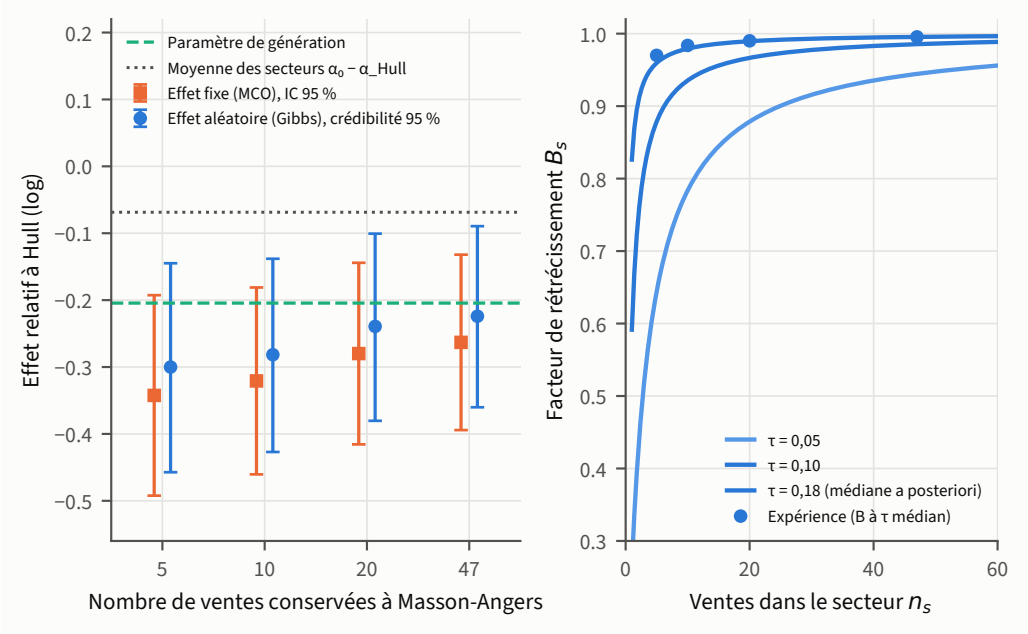


FIGURE 39.5. À gauche, l'effet de Masson-Angers relatif à Hull selon le nombre de ventes conservées : effet fixe avec son intervalle à 95 % et effet aléatoire avec son intervalle de crédibilité, paramètre de génération (tirets) et moyenne des secteurs (pointillés). L'effet aléatoire est tiré vers la moyenne commune, d'autant plus que les ventes sont rares. À droite, le facteur de rétrécissement B_s de l'équation (39.8) selon n_s pour trois valeurs de τ, avec les points de l'expérience : plus les secteurs se ressemblent, plus le rétrécissement est fort.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch39_figures.py`, graine 20261031.

TABLEAU 39.8. Comparaison des trois traitements des secteurs par le WAIC et la validation croisée une observation à la fois (600 ventes, données synthétiques)

Modèle	lppd	p_{WAIC}	$\text{elpd}_{\text{WAIC}}$	E.-t.	LOO exact	LOO import.	Δelpd
Regroupement complet (12 coefficients)	510,2	12,4	497,8	17,5	497,8	497,8	−135,3
Effets fixes, ch. 18 (16 coefficients)	649,2	16,0	633,2	16,2	633,1	633,1	0,0
Effets aléatoires (16 coeff. + α_0, τ)	649,0	16,1	632,9	16,3	—	632,9	−0,3

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch39_bayes.py`. 2 000 tirages par modèle ; LOO exact par réestimation en forme fermée (modèles conjugués) ; LOO par importance tronquée ; E.-t. : erreur-type de l'elpd ; Δelpd par rapport au meilleur modèle. WAIC $= -2\,\text{elpd}$: −995,7, −1266,3 et −1265,7.

39.6 Analyse de sensibilité : l'a priori sur la variance des secteurs

Le paramètre le moins bien informé du modèle hiérarchique est τ, et la section 39.3 a annoncé que son a priori compte lorsque les groupes sont peu nombreux. Le tableau 39.9 réestime le modèle sous quatre a priori : l'uniforme sur τ retenu dans le chapitre ; l'inverse-gamma $\mathcal{IG}(0{,}001 ; 0{,}001)$ sur τ^2, longtemps présentée comme non informative ; une inverse-gamma $\mathcal{IG}(1 ; 0{,}01)$, plus concentrée ; et un τ fixé à l'écart-type des quatre effets fixes et de zéro, 0,157, ce qui est l'approche dite du *bayésien empirique*. Sur les 600 ventes, la médiane a posteriori de τ varie de 0,129 à 0,181 selon l'a priori, et l'effet de Masson-Angers de $-0{,}200$ à $-0{,}224$; avec cinq ventes à Masson-Angers, de $-0{,}269$ à $-0{,}300$. L'inverse-gamma « non informative » rapproche bien τ de zéro, comme Gelman (2006) l'avait montré, et rétrécit davantage ; mais l'ampleur de l'effet reste modeste, 0,03 sur un effet de 0,3, parce que la vraisemblance des cinq secteurs, très différents les uns des autres, domine l'a priori dans la région qui compte. Fixer τ réduit l'écart-type a posteriori de l'effet d'environ dix pour cent, ce qui est le prix de l'incertitude sur τ que les trois autres a priori intègrent et que le bayésien empirique ignore. La conclusion pratique est que le choix de l'a priori sur τ ne change pas la conclusion de valeur dans ce dossier, qu'il la changerait si les secteurs se ressemblaient davantage ou s'ils étaient moins nombreux, et que le rapport doit dans tous les cas déclarer l'a priori retenu et montrer, comme ici, ce qu'une alternative raisonnable aurait donné. Le paramètre κ de l'a priori emprunté joue le même rôle pour le modèle conjugué, et le tableau 39.4 en est l'analyse de sensibilité : entre $\kappa = 1$ et $\kappa = 16$, la médiane du sujet bouge de 6 200 $ et sa largeur de 0,4 point.

Tableau 39.9. Sensibilité du modèle hiérarchique à l'a priori sur τ : 600 ventes et Masson-Angers réduit à 5 ventes (données synthétiques)

	600 ventes					$n_{\text{MA}} = 5$		
A priori sur τ	τ méd.	τ 5 %	τ 95 %	Effet MA	É.-t.	τ méd.	Effet MA	É.-t.
Uniforme sur τ (retenu)	0,181	0,089	0,494	−0,224	0,070	0,211	−0,300	0,080
$\mathcal{IG}(0{,}001 ; 0{,}001)$ sur τ^2	0,149	0,079	0,343	−0,211	0,070	0,175	−0,285	0,081
$\mathcal{IG}(1 ; 0{,}01)$ sur τ^2	0,129	0,077	0,245	−0,200	0,067	0,145	−0,269	0,079
τ fixé à 0,157 (bayésien empirique)	0,157	—	—	−0,221	0,062	0,157	−0,283	0,070

Pour mémoire : effet fixe de Masson-Angers $-0{,}263$ (0,067) avec 47 ventes, $-0{,}342$ (0,076) avec 5 ventes ; paramètre de génération $-0{,}2044$

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch39_bayes.py`. Effet MA : $\alpha_{\text{Masson-Angers}} - \alpha_{\text{Hull}}$, moyenne et écart-type a posteriori ; Gibbs par blocs, 4 chaînes, 8 000 tirages.

39.7 Extensions et prolongements

Le modèle hiérarchique du chapitre n'a qu'un niveau de regroupement et des secteurs sans structure spatiale : deux secteurs voisins n'y sont pas plus semblables que deux secteurs éloignés. Trois extensions, toutes bayésiennes par nature, lèvent ces restrictions. La première emboîte les niveaux : des quartiers dans des secteurs, des secteurs dans des municipalités, des municipalités dans des régions, chaque niveau ayant sa variance et son rétrécissement ;

Gelman et Hill (2007) en donnent la grammaire, et le portefeuille interrégional du chapitre 48 en est le terrain d'application naturel, puisque ses quarante-huit immeubles se répartissent entre six régions dont certaines ne comptent que quelques observations. La deuxième remplace les effets de secteur discrets par un champ continu : l'effet de localisation $\mu(\mathbf{s})$ devient un **processus gaussien** dont la covariance décroît avec la distance, ce qui est la version bayésienne du krigeage des résidus du chapitre 19 ; Gelfand et al. (1998) et Banerjee et al. (2004) l'ont appliquée aux ventes résidentielles en y ajoutant la dimension temporelle, et Banerjee et al. (2014) en font un traité. Le coût de calcul, cubique en nombre d'observations, a longtemps limité ces modèles à quelques centaines de ventes ; l'approximation de Laplace emboîtée intégrée (INLA) de Rue et al. (2009) et la représentation des champs de Matérn par une équation aux dérivées partielles stochastique de Lindgren et al. (2011) ont levé cet obstacle et rendent aujourd'hui possible l'estimation de modèles spatiaux hiérarchiques sur les dizaines de milliers de ventes d'une métropole, sans MCMC. La troisième extension concerne les données manquantes, question posée au chapitre 14 : dans le cadre bayésien, une caractéristique non renseignée d'une vente est simplement un paramètre de plus, tiré à chaque itération de sa conditionnelle complète sachant le prix et les autres attributs ; l'imputation multiple de Rubin (1976) en est l'approximation en quelques tirages, et l'incertitude de l'imputation se propage d'elle-même aux intervalles. Enfin, l'évaluateur qui voudra aller au-delà du Gibbs conjugué, pour des vraisemblances non normales, des a priori non conjugués ou des champs gaussiens, trouvera dans Stan (Carpenter et al. 2017) et dans l'exposé de McElreath (2020) les outils et la pédagogie ; les dérivations du présent chapitre lui permettront de lire ce que ces outils calculent.

Intervalles, « prix le plus probable » et preuve d'expert

La définition québécoise de la valeur marchande, rappelée au chapitre 16, parle du « prix sincère le plus probable » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, Intro-11), et celle de la valeur réelle aux fins du rôle, du prix le plus probable d'une vente de gré à gré (Québec 1979b, art. 43–45). Ces formulations désignent la position centrale d'une distribution de prix, non ses bornes ; la distribution prédictive de ce chapitre en est la traduction statistique la plus directe, et sa médiane, qui est aussi la valeur que le prix a autant de chances de dépasser que de ne pas atteindre, correspond mieux à « le plus probable » que la moyenne arithmétique que le facteur de Duan cherche à estimer. L'intervalle de crédibilité, lui, répond à une question que ces définitions ne posent pas mais que le client et le tribunal posent toujours : avec quelle probabilité le prix tomberait-il dans telle fourchette ? Lorsqu'un modèle bayésien étaye une conclusion de valeur devant le Tribunal administratif du Québec ou une cour, l'évaluateur doit s'attendre à ce que l'a priori soit le premier point attaqué, parce qu'il est la partie du raisonnement qui ne vient pas des ventes. La parade est celle qu'adopte ce chapitre : un a priori dont chaque hyperparamètre provient d'une estimation reproductible (marché voisin, période antérieure, étude publiée) et non d'une conviction, un facteur de défiance κ déclaré, une analyse de sensibilité qui montre ce que l'a priori de référence aurait donné, et l'indication claire que, lorsque les ventes locales sont nombreuses, les deux approches coïncident (proposition 39.2). Les Normes de pratique professionnelle exigent que le rapport permette au lecteur de comprendre le raisonnement et les méthodes qui

conduisent à la conclusion (chapitre 10) ; un modèle bayésien n'y déroge pas, il y ajoute la description de l'a priori et des diagnostics de calcul. Sources consultées le 31 octobre 2026.

En pratique

Un modèle bayésien déposé à l'appui d'une conclusion de valeur documente, outre ce que le chapitre 18 exige d'un modèle hédonique : la forme et la provenance de chaque a priori, avec sa traduction en « ventes équivalentes » ($n_0 = \sigma^2/s_0^2$ pour une moyenne, $2a_0$ et $\mathbf{V}_0^{-1}$ pour une régression) ; le résultat sous l'a priori de référence, pour montrer ce que les données seules disent ; l'algorithme de calcul, le nombre de chaînes, d'itérations et de tirages écartés, et les diagnostics $\hat{R}$ et ESS de tous les paramètres qui entrent dans la conclusion ; la distribution prédictive du sujet sous forme de médiane et d'intervalles de crédibilité à 90 et 95 %, en précisant qu'ils portent sur le prix et non sur la valeur espérée ; l'analyse de sensibilité à l'a priori ; et le script. La graine du générateur de nombres aléatoires fait partie du dossier : sans elle, les tirages ne sont pas reproductibles, et une conclusion non reproductible n'est pas une preuve.

Erreurs fréquentes

- *Lire un intervalle de confiance comme un intervalle de crédibilité.* Seul le second autorise l'énoncé « la probabilité que le prix soit dans l'intervalle est de 95 % » ; le premier porte sur la procédure. Les nombres coïncident sous l'a priori de référence (proposition 39.2), pas les phrases.
- *Croire qu'un a priori « non informatif » n'informe pas.* L'inverse-gamma $\mathcal{IG}(\epsilon, \epsilon)$ sur la variance des groupes pousse vers le regroupement complet ; un a priori propre très vague sur β fausse la postérieure de σ^2 en petit échantillon. Déclarer l'a priori et tester une alternative.
- *Emprunter le niveau de prix d'un marché voisin.* On emprunte les prix implicites, jamais la constante : c'est le niveau local que les ventes locales doivent fixer (section 39.2).
- *Rapporter la « moyenne » de la prédictive en dollars sans réfléchir.* Sous une prédictive log-Student elle n'existe pas ; sous le modèle hiérarchique elle dépend des queues. La médiane et les quantiles sont les quantités à communiquer.
- *Faire confiance à une seule chaîne.* Sans plusieurs chaînes de départs dispersés, $\hat{R}$ n'est pas calculable et un mélange lent passe inaperçu ; la figure 39.4 montre des chaînes dont chacune, prise isolément, aurait paru convergée.
- *Confondre le rétrécissement avec un biais vers le bas ou vers le haut.* Il tire vers la moyenne des groupes, où qu'elle soit, et il s'annule de lui-même quand le groupe a assez de ventes ; c'est la pondération optimale de l'équation (39.3), non une correction arbitraire.
- *Utiliser le WAIC pour départager des modèles dont l'écart d'elpd est inférieur à son erreur-type.* Le tableau 39.8 ne départage pas les effets fixes des effets aléatoires ; c'est l'usage qui tranche.
- *Oublier que la prédictive porte sur le prix et non sur la valeur.* Comme au chapitre 18,

l'intervalle de 540 000 $ à 749 000 $ décrit la dispersion des prix possibles ; l'incertitude sur la valeur espérée est dix fois moindre (écart-type de 0,010 contre 0,083 en logarithme).

Limites et mises en garde

- Les données du cas 1 sont engendrées par le modèle que l'on estime, avec des effets de secteur très distincts et une erreur normale homoscédastique ; la coïncidence des approches, la couverture de quinze paramètres sur quinze et la modestie du rétrécissement en découlent. Sur des données réelles, les secteurs se ressemblent davantage, les queues sont plus épaisses et le rétrécissement comme la sensibilité à l'a priori sont plus marqués.
- Le modèle hiérarchique n'a que cinq groupes : la postérieure de τ est large et dépend de l'a priori, comme la section 39.6 le montre. Avec des quartiers ou des rues comme groupes, l'a priori sur τ compterait moins et le rétrécissement davantage.
- L'a priori « marché voisin » suppose que les prix implicites se transposent d'un marché à l'autre à un facteur de défiance près ; c'est une hypothèse (chapitre 18), et sur le jeu synthétique elle est vraie par construction.
- Les diagnostics $\hat{R}$ et ESS sont nécessaires, non suffisants : une postérieure multimodale dont aucune chaîne n'a visité le second mode donne un $\hat{R}$ excellent. La version rang-normalisée de Vehtari et al. (2021), non implémentée ici, est plus robuste.
- Le LOO par échantillonnage préférentiel implémenté est une version tronquée simplifiée, sans le lissage de Pareto de la méthode PSIS ni son diagnostic $\hat{k}$; il est adéquat pour ce modèle bien conditionné et devrait être remplacé par PSIS pour des données à observations influentes.
- Les seuils de $\hat{R} < 1{,}01$ et d'un ESS de quelques centaines sont des conventions d'usage ; la recommandation d'un a priori uniforme sur τ pour $J \geq 5$ est celle de Gelman et al. (2013, § 5.7), non une norme.

À retenir

- L'inférence bayésienne combine une distribution a priori et la vraisemblance par le théorème de Bayes ; elle répond aux petits échantillons, à l'information d'expert et au besoin d'intervalles interprétables comme des probabilités. La réconciliation pondérée du chapitre 20 en est un cas particulier.
- Pour la régression hédonique, l'a priori normale–inverse-gamma est conjugué : la postérieure est NIG (39.5), la prédictive du logarithme du prix est une Student (39.6), et sous l'a priori de référence tout coïncide avec les moindres carrés et l'intervalle de prédiction classique. Sur le cas 1 : médiane 635 821 $, intervalle de crédibilité à 95 % de 539 504 $ à 749 334 $, contre 539 682 $ à 749 087 $ au chapitre 18.
- Un a priori informatif emprunte à un marché voisin ses prix implicites, jamais son niveau, avec un facteur de défiance κ déclaré ; sur quarante ventes, il divise par quatre l'incertitude des coefficients et déplace la médiane du sujet de 20 000 $, mais réduit peu la largeur de l'intervalle, gouvernée par σ.

- Le modèle hiérarchique tire les effets de secteur d'une loi commune de variance τ^2 et les rétrécit vers la moyenne selon $B_s = n_s\tau^2/(n_s\tau^2 + \sigma^2)$; il se situe entre le regroupement complet et les effets fixes et les contient comme limites. À Gatineau, les secteurs sont si différents que le rétrécissement est faible ; réduit à cinq ventes, Masson-Angers passe de $-0{,}342$ à $-0{,}300$.
- L'échantillonneur de Gibbs tire chaque bloc de sa conditionnelle complète ; tirer (β, α) ensemble supprime le mélange lent dû aux corrélations a posteriori. Les diagnostics obligatoires sont les traces de plusieurs chaînes, $\hat{R}$ scindé et la taille d'échantillon effective.
- Le WAIC et la validation croisée par importance comparent les modèles sur leur capacité prédictive ; ici ils rejettent le regroupement complet et ne départagent pas effets fixes et aléatoires.
- Le rapport déclare l'a priori et sa provenance, montre le résultat de référence, fournit les diagnostics et la graine, communique la médiane et les intervalles de crédibilité du prix, et présente l'analyse de sensibilité.

Exercices

Exercice 39.1 — Mise à jour d'une opinion d'expert dans un marché mince ★

Un évaluateur estime, par expérience, que le prix au mètre carré habitable des maisons d'une petite municipalité est d'environ 3 300 \$/m², avec une incertitude qu'il traduit par un écart-type de 200 \$/m². Quatre ventes de l'année donnent une moyenne de 3 520 \$/m² ; la dispersion des prix unitaires autour de la moyenne du marché est connue et vaut 300 \$/m². (a) Calculez la moyenne et l'écart-type a posteriori du prix unitaire par l'équation (39.3), ainsi que le poids w des ventes. (b) À combien de ventes équivaut l'opinion de l'évaluateur ? (c) Donnez les intervalles de crédibilité à 90 et 95 % du prix unitaire, puis la valeur indiquée et son écart-type pour une maison de 165 m². (d) Que deviennent la moyenne et le poids si l'évaluateur, moins sûr de lui, porte son écart-type a priori à 400 \$/m² ?

Exercice 39.2 — Lire une distribution prédictive ★

La prédictive du logarithme du prix du sujet du cas 1 est une Student à 584 degrés de liberté, de centre 13,3627 et d'échelle 0,08364 (tableau 39.3). (a) Calculez la probabilité a posteriori que le sujet se vende plus de 650 000 \$, puis moins de 550 000 \$; on pourra approcher la Student par la normale. (b) Donnez l'intervalle de crédibilité à 80 %. (c) Rédigez en deux phrases ce que l'évaluateur peut écrire dans son rapport à propos de cet intervalle, puis ce qu'il aurait dû écrire s'il s'agissait de l'intervalle de prédiction fréquentiste du chapitre 18.

Exercice 39.3 — Le facteur de rétrécissement ★★

Avec $\sigma = 0{,}083$ et $\tau = 0{,}15$: (a) calculez B_s pour $n_s = 5$, 10, 20 et 47 ventes ; (b) un secteur de cinq ventes a une moyenne de résidus $\bar{r}_s = -0{,}30$ et la moyenne commune vaut $\alpha_0 = -0{,}08$ (en écart à Hull) : calculez l'effet rétréci et son écart-type conditionnel, et comparez ce dernier à l'écart-type $\sigma/\sqrt{n_s}$ de l'effet fixe ; (c) refaites le calcul de B_s avec $\tau = 0{,}05$ et commentez : dans quel type de découpage géographique le rétrécissement devient-il déterminant ? (d) Pour quel n_s a-t-on $B_s = 1/2$ dans chaque cas ?

Exercice 39.4 — La prédictive de Student ★★

Pour le sujet du cas 1 sous l'a priori de référence, $a_n = 292$, $b_n = 2{,}0122$, $\mathbf{x}_s^\top \mathbf{V}_n \mathbf{x}_s = 0{,}01509$ et $\mathbf{x}_s^\top \mathbf{m}_n = 13{,}3627$. (a) Calculez b_n/a_n, l'échelle s^* de l'équation (39.6) et la part de l'incertitude sur les coefficients dans s^{*2}. (b) Calculez l'intervalle de crédibilité à 95 % du prix avec le quantile de Student $t_{584;0{,}975} = 1{,}9640$ et comparez-le à celui obtenu avec le quantile normal 1,9600. (c) Supposez qu'un petit marché ne laisse que 20 degrés de liberté avec la même échelle : avec $t_{20;0{,}975} = 2{,}0860$, de combien l'intervalle s'élargit-il en pourcentage ? (d) Expliquez pourquoi la moyenne a posteriori du prix n'existe pas sous cette prédictive et ce qu'il faut communiquer à la place.

Exercice 39.5 — Calculer $\hat{R}$ ★★

Quatre demi-chaînes de $n = 1000$ tirages d'un effet de secteur ont pour moyennes $-0{,}262$, $-0{,}258$, $-0{,}271$ et $-0{,}249$ et pour variances 0,0049, 0,0052, 0,0047 et 0,0055. (a) Calculez B, W, $\widehat{\mathrm{Var}}^{+}$ et $\hat{R}$ par l'équation (39.13) ; la convergence est-elle acceptable au seuil de 1,01 ? (b) La troisième demi-chaîne a en réalité une moyenne de $-0{,}371$: recalculez $\hat{R}$ et interprétez. (c) Si l'autocorrélation des tirages à l'ordre 1 est de 0,8 et décroît géométriquement, estimez l'ESS des 4 000 tirages à l'aide de la formule $\sum_{t \geq 1} \rho^t = \rho/(1-\rho)$, et dites si elle suffit pour estimer un quantile à 2,5 %.

Exercice 39.6 — Le facteur de défiance d'un a priori emprunté ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch39_bayes.py` (fonctions `prior_marche_voisin` et `exemple_conjugue`), reprenez le petit marché des quarante ventes. (a) Reproduisez la ligne $\kappa = 1$ du tableau 39.4, puis estimez les variantes $\kappa = 0{,}25$ et $\kappa = 100$: que deviennent l'élasticité de la superficie, son écart-type et la médiane du sujet ? (b) Modifiez l'a priori pour emprunter aussi la constante du marché voisin (en lui donnant la même défiance κ) et montrez ce qui arrive à la médiane du sujet ; expliquez pourquoi la règle du chapitre interdit cet emprunt. (c) Construisez un a priori à partir des seules ventes de 2023 et 2024 du secteur de Hull, appliquez-le aux ventes de 2025 et 2026 du petit marché et comparez à l'a priori « autres secteurs » : lequel est le plus défendable devant un tribunal, et pourquoi ?

Rédigez une note de 200 mots.

Exercice 39.7 — Dériver une conditionnelle complète ★★★

On remplace, dans le modèle (39.7), l'a priori plat sur le niveau moyen α_0 par un a priori normal $\alpha_0 \sim \mathcal{N}(m, s^2)$ qui traduit une opinion d'expert sur le niveau de prix moyen des secteurs. (a) Dérivez la nouvelle conditionnelle complète de α_0 et vérifiez qu'elle redonne l'équation (39.10) lorsque $s \to \infty$. (b) Avec $J = 5$, $\tau = 0{,}181$ et une moyenne des α_s de 13,020, calculez la moyenne et l'écart-type de cette conditionnelle pour $(m, s) = (13{,}0; 1{,}0)$ puis $(13{,}0; 0{,}05)$ et commentez. (c) Montrez que les conditionnelles des autres paramètres ne changent pas. (d) Modifiez la fonction `gibbs_hierarchique` du script pour intégrer cet a priori, exécutez quatre chaînes avec $(m, s) = (13{,}0; 0{,}05)$ et rapportez $\hat{R}$, l'ESS et l'effet de Masson-Angers ; dans quelle direction l'a priori a-t-il agi et pourquoi si peu ?

Pour aller plus loin

Le traité de Gelman et al. (2013) est la référence générale : les chapitres 2 et 3 pour les lois conjuguées, le chapitre 5 pour les modèles hiérarchiques et le rétrécissement, le chapitre 11 pour le Gibbs et ses diagnostics, le chapitre 7 pour le WAIC et la validation croisée. Gelman et Hill (2007) exposent les modèles multiniveaux avec une pédagogie tournée vers l'application, et leurs chapitres sur les groupes emboîtés se transposent directement aux quartiers, secteurs et municipalités. McElreath (2020) offre l'introduction la plus accessible à la pensée bayésienne et à Stan, dont Carpenter et al. (2017) décrivent le langage et l'algorithme. En économétrie, Koop (2003) traite la régression bayésienne, l'a priori normale–inverse-gamma et la comparaison de modèles avec la lecture « échantillon fictif » adoptée ici. Pour l'immobilier, Goetzmann (1992) a introduit le rétrécissement bayésien des indices de petits marchés ; Gelfand et al. (1998) et Banerjee et al. (2004) ont construit les premiers modèles spatio-temporels bayésiens de ventes résidentielles, que le traité de Banerjee et al. (2014) généralise ; Rue et al. (2009) et Lindgren et al. (2011) donnent les outils de calcul rapide qui rendent ces modèles praticables à grande échelle. Les articles sur l'échantillonneur de Gibbs, la statistique $\hat{R}$, les a priori sur les variances hiérarchiques et le WAIC sont cités en notes de bas de page avec leur DOI.

CHAPITRE 40

40

Monte-Carlo et stress tests

Les chapitres précédents ont appris au lecteur à produire une valeur par flux actualisés et à la soumettre à l'analyse de sensibilité : un intrant bouge, la valeur bouge, et le diagramme en tornade classe les intrants. Cette discipline est indispensable, mais elle ne répond pas à la question que se posent réellement un acheteur, un prêteur ou un évaluateur qui doit défendre sa conclusion : quelle est la probabilité que la valeur soit inférieure à tel seuil, que le ratio de couverture de la dette passe sous le covenant, que plusieurs intrants se dégradent ensemble ? La simulation de Monte-Carlo répond à ces questions en tirant conjointement les intrants incertains dans des lois déclarées, en recalculant le modèle pour chaque tirage et en décrivant la distribution des résultats. Le présent chapitre expose cette méthode en profondeur : le choix et l'élicitation des lois, la représentation des corrélations, l'algorithme de simulation et son erreur d'échantillonnage, l'échantillonnage par hypercube latin, les mesures de risque, l'analyse de sensibilité globale et l'agrégation d'un portefeuille. Le chapitre 47 applique la méthode au dossier des douze logements de Montréal ; nous y reprenons exactement les mêmes lois, la même graine et les mêmes chiffres, de sorte que le lecteur puisse passer de la méthode à son application sans rupture.

Objectifs pédagogiques

- Distinguer analyse de sensibilité locale, scénario déterministe, stress test et simulation de Monte-Carlo, et savoir ce que chacun peut et ne peut pas dire.
- Choisir une loi de probabilité pour chaque intrant d'un modèle de flux actualisés (normale, log-normale, triangulaire, bêta-PERT), la paramétrer à partir de quantiles élicités et en calculer les moments.
- Représenter la dépendance entre intrants par une copule gaussienne construite par factorisation de Cholesky, et interpréter la corrélation entre taux d'actualisation et taux terminal.
- Écrire l'algorithme de simulation d'un DCF, calculer l'erreur type des quantiles simulés et fixer le nombre de tirages nécessaire ; réduire la variance par hypercube latin.
- Calculer et interpréter la VaR et la CVaR de valeur, la probabilité de bris de covenant, et attacher une probabilité aux scénarios déterministes.

- Mesurer la sensibilité globale par indices de Sobol et corrélations de rang, et la confronter à la tornade.
- Agréger l'incertitude de plusieurs immeubles en tenant compte de la corrélation régionale.

40.1 De la sensibilité locale à la simulation

40.1.1 Trois questions, trois outils

L'analyse de sensibilité du section 30.7 répond à la question « de combien la valeur change-t-elle si un intrant change ? ». Le scénario, examiné au même endroit et au section 31.5, répond à « que vaut l'immeuble si plusieurs intrants prennent ensemble les valeurs que telle histoire économique leur donnerait ? ». Ni l'un ni l'autre ne disent avec quelle *probabilité* ces changements surviennent, ni comment les incertitudes de sept ou huit intrants se combinent lorsqu'elles agissent en même temps et dans des directions partiellement liées. C'est le propre de la simulation stochastique de répondre à cette troisième question. Elle ne remplace pas les deux premiers outils, elle les complète : la tornade demeure la façon la plus lisible de hiérarchiser les intrants, le scénario demeure la façon la plus parlante de raconter un risque, et la simulation fournit la mesure qui manque aux deux, la fréquence.

L'idée n'est pas neuve en évaluation immobilière. Pyhrr (1973) a proposé le premier modèle de simulation du risque d'un investissement immobilier, en tirant les loyers, les dépenses, le taux d'inoccupation et le prix de revente dans des lois subjectives pour obtenir la distribution du taux de rendement ; Wofford (1978) a transposé l'approche à l'évaluation des immeubles à revenus, en remplaçant la valeur unique de la capitalisation par une distribution de valeurs. Le sujet est resté marginal tant que la puissance de calcul manquait et que les praticiens doutaient de pouvoir justifier des lois de probabilité devant un client ou un tribunal. Il est revenu au premier plan au tournant des années 2000, quand French et Gabrielli (2004) ont montré que l'incertitude de l'évaluation est inhérente à la conclusion et doit être communiquée, puis quand French et Gabrielli (2005) et Hoesli et al. (2006) ont construit des modèles de flux actualisés dont les intrants sont des lois, le premier couple en insistant sur l'élicitation auprès de l'évaluateur, le second en calibrant les lois sur des séries de marché et en reliant le taux d'actualisation aux taux sans risque. Byrne (1996), du côté du développement immobilier, a systématisé le passage de la sensibilité à la simulation et montré que les méthodes de décision sous incertitude s'appliquent à la méthode résiduelle. Le présent chapitre s'inscrit dans cette lignée, avec une exigence supplémentaire : chaque chiffre produit par la simulation est accompagné de son erreur d'échantillonnage, faute de quoi le lecteur ne sait pas si la différence entre deux résultats tient au modèle ou au hasard du tirage.

40.1.2 Incertitude, risque et ce que la simulation estime

Il faut d'abord s'entendre sur les mots. Nous appelons **incertitude** l'ignorance où se trouve l'évaluateur quant à la valeur vraie d'un intrant ou d'un résultat à la date d'évaluation, et **risque** la possibilité que la réalisation future d'une variable s'écarte de ce qui était attendu. La distinction est classique mais elle importe ici parce que la simulation mélange les deux : le taux d'actualisation que le marché exige aujourd'hui est incertain (on ne l'observe pas), la

croissance des loyers des dix prochaines années est risquée (elle n'existe pas encore). Dans un modèle de flux actualisés, les deux sources entrent par les mêmes intrants et produisent la même distribution de valeur ; l'interprétation diffère. La dispersion due à l'incertitude des intrants d'aujourd'hui mesure la précision de la conclusion de l'évaluateur ; la dispersion due au risque des intrants de demain mesure l'exposition de l'investisseur. French et Gabrielli (2004) appellent la première « incertitude de l'évaluation » et la distinguent de la variation du marché. Le lecteur doit se rappeler cette distinction lorsqu'il présente une fourchette : une fourchette de ±25 % ne signifie pas que l'évaluateur hésite à ce point sur le prix d'aujourd'hui, mais que l'hypothèse de dix ans sur laquelle repose la méthode admet cet éventail de dénouements.

Définition 40.1 : Simulation de Monte-Carlo

Soit $Y = g(\mathbf{X})$ une quantité d'intérêt (valeur, ratio de couverture, taux de rendement) fonction d'un vecteur d'intrants $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_d)$ dont la loi jointe F est déclarée. La **simulation de Monte-Carlo** consiste à tirer N vecteurs indépendants $\mathbf{X}^{(1)}, \dots, \mathbf{X}^{(N)}$ selon F, à calculer $Y^{(s)} = g(\mathbf{X}^{(s)})$ pour chacun et à estimer toute caractéristique de la loi de Y par la caractéristique correspondante de l'échantillon $\{Y^{(s)}\}$. Un **stress test** (test de résistance, *stress test*) est au contraire l'évaluation de g en un ou quelques points $\mathbf{x}$ choisis pour leur caractère défavorable, sans probabilité attachée.

La justification de la méthode tient en deux résultats de probabilité élémentaires. Pour toute fonction h d'espérance finie, la moyenne empirique

$$\hat{\theta}_N = \frac{1}{N}\sum_{s=1}^{N} h\big(Y^{(s)}\big) \xrightarrow[N\to\infty]{} \theta = \mathrm{E}\big[h(Y)\big] \tag{40.1}$$

par la loi des grands nombres ; en prenant $h(y) = y$ on estime la moyenne de la valeur, en prenant $h(y) = \mathbb{1}\{y < c\}$ on estime la probabilité que la valeur soit inférieure à c, et c'est par ce second choix que la simulation produit les probabilités de bris de covenant. Le théorème central limite précise la vitesse : si $\sigma_h^2 = \mathrm{Var}[h(Y)]$ est finie,

$$\sqrt{N}\,\big(\hat{\theta}_N - \theta\big) \xrightarrow{\mathscr{L}} \mathcal{N}(0, \sigma_h^2), \qquad \text{soit} \qquad \mathrm{se}\big(\hat{\theta}_N\big) \approx \frac{\hat{\sigma}_h}{\sqrt{N}}, \tag{40.2}$$

de sorte que l'erreur d'une simulation décroît comme l'inverse de la racine carrée du nombre de tirages : quadrupler N divise l'erreur par deux. Cette lenteur est la limite pratique de la méthode et la raison d'être des techniques de réduction de variance de la section 40.4. Les quantiles, qui ne sont pas des moyennes, obéissent à une version du même résultat que nous dérivons à la section 40.3.3.

Données synthétiques

Tous les chiffres de ce chapitre proviennent du dossier synthétique du cas 3 (immeuble fictif de douze logements à Rosemont, `data/synthetic/cas3_montreal_*.csv` et `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json`) et, pour la section 40.8, du portefeuille fictif du cas 4 (`cas4_portefeuille.csv`, `cas4_portefeuille_series.csv`),

tous deux générés par `analysis/python/cases/generate_all.py` avec la graine 20261031 et calibrés sur les ordres de grandeur documentés dans `data/synthetic/README.md`. Les calculs du chapitre sont ceux de `analysis/python/cases/ch40_montecarlo.py`, qui importe sans les modifier les lois `MC_LOIS`, la graine et les fonctions vectorisées de `ch47_dossier.py` ; les résultats coïncident donc au dollar près avec ceux du section 47.12. La projection déterministe sous-jacente est celle de `traite.cas3` (chapitre 30) : valeur DCF de 2 208 566 $, indication par capitalisation directe de 2 037 503 $, prêt de 1 475 959 $ dimensionné pour un ratio de couverture de 1,20 et service de la dette de 74 963 $.

40.2 L'incertitude des intrants

40.2.1 Quatre lois pour les intrants d'un DCF

Le choix d'une loi pour un intrant procède de trois considérations : le support (un taux d'inoccupation est positif et borné, une croissance peut être négative), la forme (symétrique ou non, queue épaisse ou non) et la quantité d'information dont dispose l'analyste (des données de marché, un jugement d'expert, ou simplement trois valeurs plausibles). Quatre lois suffisent à la quasi-totalité des besoins et le tableau 40.1 en résume les formules.

La **loi normale** $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ convient aux intrants symétriques pouvant prendre des valeurs négatives, comme un taux de croissance ou un taux d'actualisation dont l'écart-type est petit par rapport à la moyenne ; sa densité est entièrement déterminée par deux paramètres et ses quantiles sont $q_p = \mu + \sigma z_p$, où z_p est le quantile de la loi normale centrée réduite ($z_{0,95} = 1{,}644\,9$). Son défaut est de n'imposer aucune borne : un taux d'actualisation normal de moyenne 7,25 % et d'écart-type 50 pb a une probabilité de $\Phi(-6{,}5)$, négligeable, d'être négatif, mais un taux d'inoccupation normal de moyenne 3,9 % et d'écart-type 0,012 5 serait négatif avec probabilité 0,09 % par tirage, ce qui est absurde et biaise légèrement le calcul si l'on tronque.

La **loi log-normale** corrige ce défaut pour les intrants strictement positifs et asymétriques à droite : si $\ln X \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma_{\ln}^2)$, alors X est log-normale, et il est commode de la paramétrer par sa médiane $m = e^{\mu}$ et par l'écart-type logarithmique $\sigma_{\ln}$, qui s'interprète approximativement comme un coefficient de variation. On a

$$\mathrm{E}[X] = m\, e^{\sigma_{\ln}^2/2}, \qquad \mathrm{Var}[X] = m^2 e^{\sigma_{\ln}^2}\left(e^{\sigma_{\ln}^2} - 1\right), \qquad q_p = m\, e^{\sigma_{\ln} z_p}, \tag{40.3}$$

la première relation découlant de la fonction génératrice des moments de la loi normale, $\mathrm{E}[e^{tZ}] = e^{t\mu + t^2\sigma^2/2}$ évaluée en $t = 1$. Deux conséquences pratiques en résultent. D'abord la moyenne excède la médiane : une inoccupation log-normale de médiane 3,9 % et d'écart-type logarithmique 0,30 a une moyenne de $0{,}039\, e^{0{,}045} = 4{,}08$ %, et c'est la moyenne, non la médiane, qui entre dans l'espérance du revenu. Ensuite l'intervalle à 90 % est multiplicatif : de $m e^{-1{,}645\sigma_{\ln}}$ à $m e^{1{,}645\sigma_{\ln}}$, soit de 2,38 % à 6,39 % dans le même exemple, intervalle asymétrique autour de la médiane qui reflète bien l'idée qu'une année à 8 % d'inoccupation est possible alors qu'une année à 0 % ne l'est pas.

La **loi triangulaire** $\mathcal{T}(a, m, b)$ est la loi des trois valeurs : minimum a, mode m, maximum b. Sa densité est un triangle de base $[a, b]$ et de sommet en m, de hauteur $2/(b-a)$; en

intégrant on obtient

$$\mathrm{E}[X] = \frac{a+m+b}{3}, \qquad \mathrm{Var}[X] = \frac{a^2+m^2+b^2-ab-am-bm}{18},$$
$$q_p = \begin{cases} a + \sqrt{p\,(b-a)(m-a)} & \text{si } p \le \dfrac{m-a}{b-a}, \\ b - \sqrt{(1-p)\,(b-a)(b-m)} & \text{sinon.} \end{cases} \tag{40.4}$$

Elle a pour elle la transparence : un client comprend « entre 8 % et 25 %, le plus souvent 15 % ». Elle a contre elle un poids excessif donné aux extrêmes, puisque la densité décroît linéairement jusqu'aux bornes au lieu de s'y écraser ; pour la rotation du cas 3, $\mathscr{T}(0{,}08; 0{,}15; 0{,}25)$, la moyenne est 16,0 %, l'écart-type 0,034 9 et le quantile 95 % 22,1 %.

La **loi bêta-PERT** corrige cet excès en gardant les trois mêmes paramètres. C'est une loi bêta sur $[a, b]$ dont les paramètres de forme sont choisis pour que le mode soit m et que la moyenne pondère le mode quatre fois plus que les extrêmes :

$$\alpha = 1 + \lambda\,\frac{m-a}{b-a}, \qquad \beta = 1 + \lambda\,\frac{b-m}{b-a}, \qquad \lambda = 4 \text{ par défaut},$$
$$\mathrm{E}[X] = a + (b-a)\frac{\alpha}{\alpha+\beta} = \frac{a+\lambda m+b}{\lambda+2}. \tag{40.5}$$

La dernière égalité se vérifie en substituant : $\alpha+\beta = 2+\lambda$ et $a(2+\lambda)+(b-a)\alpha = a(2+\lambda)+(b-a)+\lambda(m-a) = a+b+\lambda m$. Le mode d'une loi bêta étant $a+(b-a)(\alpha-1)/(\alpha+\beta-2)$, il vaut bien $a+(b-a)(m-a)/(b-a) = m$. Pour la rotation du cas 3, la PERT donne $\alpha = 2{,}647$, $\beta = 3{,}353$, une moyenne de 15,5 % (contre 16,0 % pour la triangulaire), un écart-type de 0,031 9 et un quantile 95 % de 20,9 % : les mêmes trois chiffres élicités produisent une loi plus concentrée autour du mode et des queues plus légères. Le chapitre 47 a retenu la triangulaire pour la rotation, par prudence ; l'exercice 40.2 mesure l'effet de ce choix.

40.2.2 Élicitation : des quantiles aux paramètres

En pratique, l'évaluateur ne pense pas en écarts-types mais en fourchettes. La façon la plus robuste d'éliciter une loi auprès d'un expert, ou de la fonder sur ses propres données, est de lui demander deux quantiles et une valeur centrale : « en dessous de quel taux d'inoccupation n'y a-t-il qu'une chance sur vingt de tomber ? au-dessus de quel taux ? » Les réponses $q_{0,05}$ et $q_{0,95}$ déterminent une loi normale ou log-normale par inversion des formules de quantiles :

$$\text{normale} : \mu = \frac{q_{0,05}+q_{0,95}}{2}, \qquad \sigma = \frac{q_{0,95}-q_{0,05}}{2\,z_{0,95}};$$
$$\text{log-normale} : m = \sqrt{q_{0,05}\,q_{0,95}}, \qquad \sigma_{\ln} = \frac{\ln\left(q_{0,95}/q_{0,05}\right)}{2\,z_{0,95}}. \tag{40.6}$$

Un expert qui dit « entre 2,4 % et 6,3 % d'inoccupation, neuf fois sur dix » décrit une loi log-normale de médiane $\sqrt{0{,}024 \times 0{,}063} = 3{,}89$ % et d'écart-type logarithmique $\ln(2{,}625)/3{,}29 = 0{,}293$, à peu près la loi retenue au cas 3 ; l'exercice 40.1 en tire les conséquences. Trois règles d'hygiène complètent la procédure. Il faut d'abord demander les extrêmes avant la valeur centrale, parce que les experts ancrés sur une valeur centrale resserrent systématiquement leurs fourchettes, biais d'excès de confiance bien documenté dans les études d'élicitation et

Tableau 40.1. Quatre lois pour les intrants d'un modèle de flux : paramètres, moments, quantiles et usage recommandé.

Loi	Paramètres	Moyenne ; écart-type	Usage et mise en garde
Normale	μ, σ	μ ; σ. Quantile $\mu + \sigma z_p$	croissances, taux d'actualisation, écarts de taux ; non bornée (tronquer si nécessaire et le déclarer)
Log-normale	médiane m, $\sigma_{\ln}$	$me^{\sigma_{\ln}^2/2}$; $me^{\sigma_{\ln}^2/2}\sqrt{e^{\sigma_{\ln}^2}-1}$. Quantile $me^{\sigma_{\ln} z_p}$	inoccupation, facteurs de coût, loyers ; moyenne > médiane, à ne pas confondre
Triangulaire	a, m, b	$(a+m+b)/3$; $\sqrt{(a^2+m^2+b^2-ab-am-bm)/18}$	trois valeurs d'expert ; queues lourdes, extrêmes surpondérés
Bêta-PERT	a, m, b ($\lambda = 4$)	$(a+4m+b)/6$; $\sqrt{(\mathrm{E}[X]-a)(b-\mathrm{E}[X])/7}$	mêmes trois valeurs, forme lisse ; écart-type d'environ $(b-a)/6$

Source : formules dérivées dans le texte ; implémentation `moments_loi`, `quantile_loi` et `pert` de `ch40_montecarlo.py`.

que l'immobilier n'épargne pas. Il faut ensuite s'assurer que la loi est *centrée* sur l'hypothèse de base du scénario déterministe, sinon la simulation mesure autre chose que l'incertitude autour de ce scénario : si la médiane de l'inoccupation simulée est 3,9 %, la valeur simulée fluctue autour de la valeur déterministe ; si elle est 6 %, la simulation décrit un autre marché. Il faut enfin confronter chaque loi aux données disponibles : la plage de 2,4 % à 6,3 % couvre les taux d'inoccupation observés par la SCHL dans la région de Montréal de 2023 à 2025 et ses prévisions à 2028 ; c'est ce qui la rend défendable.

40.2.3 Les lois du cas 3

Le tableau 40.2 présente les sept lois du dossier du cas 3, reprises telles quelles du dictionnaire `MC_LOIS` du chapitre 47, avec leurs moments théoriques calculés par les équations (40.3) et (40.4) et les statistiques effectivement tirées. L'écart entre la colonne théorique et la colonne tirée est la première mesure de l'erreur de Monte-Carlo : avec 10 000 tirages, la moyenne de la croissance des loyers de marché est 3,468 % au lieu de 3,5 %, soit −3,2 erreurs types de la moyenne d'un échantillon normal de cet effectif ($\sigma/\sqrt{N} = 0{,}000\,1$), et la moyenne du taux d'actualisation est 7,263 % au lieu de 7,25 %, soit +2,6 erreurs types. Ces deux écarts, tous deux défavorables à la valeur, expliquent une partie de ce que nous observerons à la section 40.3.3 : la graine du traité est une réalisation légèrement défavorable. La colonne « tiré » est donc à lire non comme une vérification de la loi, qui est exacte par construction, mais comme un rappel que l'échantillon n'est jamais la population.

40.2.4 Dépendance entre intrants : Cholesky et copule gaussienne

Tirer les intrants indépendamment est la première erreur que commet un tableur de simulation. Le taux d'actualisation et le taux de capitalisation terminal réagissent tous deux

Tableau 40.2. Lois déclarées des intrants du cas 3 : moments théoriques et statistiques des 10 000 tirages de la graine 20261031.

Intrant	Loi	Moy. théor.	Moy. tirée	$q_{0,05}$ théor.	$q_{0,05}$ tiré	$q_{0,95}$ théor.	$q_{0,95}$ tiré
Inoccupation et pertes v	log-normale (0,039 ; 0,30)	0,040 8	0,040 7	0,023 8	0,023 9	0,063 9	0,063 4
Croissance loyers marché g_m	normale (0,035 ; 0,010)	0,035 0	0,034 7	0,018 6	0,017 8	0,051 4	0,051 1
Rotation annuelle	triangulaire (0,08 ; 0,15 ; 0,25)	0,160 0	0,160 3	0,104 4	0,104 9	0,220 8	0,221 1
Croissance dépenses g_d	normale (0,030 ; 0,0075)	0,030 0	0,029 9	0,017 7	0,017 5	0,042 3	0,042 3
Taux d'actualisation r	normale (0,0725 ; 0,005)	0,072 5	0,072 6	0,064 3	0,064 5	0,080 7	0,080 7
Écart terminal $\delta = r - R_T$	normale (0,0225 ; 0,004)	0,022 5	0,022 4	0,015 9	0,015 9	0,029 1	0,028 9
Facteur CAPEX (par chantier)	log-normale (1 ; 0,20)	1,020 2	1,018 3	0,719 7	0,716 6	1,389 5	1,385 7

Source : [données synthétiques] `MC_LOIS` de `ch47_dossier.py` ; moments par `tableau_lois` de `ch40_montecarlo.py`. L'inoccupation est bornée à $[0 ; 0{,}30]$, le taux d'actualisation à $r \geq 4\,\%$ et le taux terminal à $R_T \geq 3{,}5\,\%$ (bornes jamais ou presque jamais actives : le plancher de R_T joue dans 0,74 % des tirages).

aux taux d'intérêt et à la prime de risque exigée (chapitre 29, chapitre 30) ; la croissance des loyers de marché et l'inoccupation réagissent en sens inverse au même déséquilibre entre offre et demande ; la croissance des dépenses suit l'inflation générale, comme une partie de celle des loyers. Ignorer ces liens sous-estime la variance de la valeur lorsque les intrants corrélés agissent dans le même sens, et la surestime lorsqu'ils se compensent. L'outil standard pour imposer une structure de corrélation à des variables de lois quelconques est la **copule gaussienne**, dont la construction repose sur la factorisation de Cholesky.

Proposition 40.1 : Factorisation de Cholesky et vecteurs gaussiens corrélés

Soit Σ une matrice de covariance $d \times d$ définie positive. Il existe une unique matrice triangulaire inférieure $\mathbf{L}$ à diagonale strictement positive telle que $\Sigma = \mathbf{L}\mathbf{L}^{\top}$. Si $\varepsilon = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_d)^{\top}$ est un vecteur de variables normales centrées réduites indépendantes, alors $\mathbf{Z} = \mathbf{L}\varepsilon$ est un vecteur gaussien centré de covariance Σ. En dimension deux, avec des écarts-types σ_1, σ_2 et une corrélation ρ,

$$\mathbf{L} = \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 \\ \rho\,\sigma_2 & \sigma_2\sqrt{1-\rho^2} \end{pmatrix}, \qquad Z_1 = \sigma_1 \varepsilon_1, \qquad Z_2 = \sigma_2\big(\rho\,\varepsilon_1 + \sqrt{1-\rho^2}\,\varepsilon_2\big). \tag{40.7}$$

Démonstration. L'existence et l'unicité de la factorisation sont un résultat classique d'algèbre linéaire pour les matrices symétriques définies positives, obtenu par récurrence sur la dimension. Pour la covariance : $\operatorname{Cov}(\mathbf{Z}) = \mathrm{E}[\mathbf{L}\varepsilon\varepsilon^{\top}\mathbf{L}^{\top}] = \mathbf{L}\,\mathrm{E}[\varepsilon\varepsilon^{\top}]\,\mathbf{L}^{\top} = \mathbf{L}\mathbf{I}\mathbf{L}^{\top} = \Sigma$, et une combinaison linéaire de normales indépendantes est normale. En dimension deux, on vérifie directement que $\mathbf{L}\mathbf{L}^{\top}$ a pour éléments σ_1^2, $\rho\sigma_1\sigma_2$ et $\rho^2\sigma_2^2 + (1-\rho^2)\sigma_2^2 = \sigma_2^2$. □

La copule gaussienne transporte cette corrélation vers des lois marginales quelconques en deux étapes. On transforme d'abord chaque composante du vecteur gaussien en une variable uniforme par sa propre fonction de répartition, puis on applique la fonction quantile de la loi marginale souhaitée :

$$U_k = \Phi\big(Z_k/\sigma_k\big), \qquad X_k = F_k^{-1}(U_k), \qquad k = 1, \dots, d, \qquad \text{avec} \qquad \rho_S(X_j, X_k) = \frac{6}{\pi} \arcsin \frac{\rho_{jk}}{2}. \tag{40.8}$$

Chaque X_k a exactement la loi F_k voulue, parce que U_k est uniforme sur $[0,1]$; la dépendance entre les X_k est celle des Z_k, transmise par des transformations monotones qui préservent les rangs. C'est pourquoi la mesure naturelle de la dépendance ainsi créée n'est pas la corrélation de Pearson des X_k, qui dépend des marginales, mais leur corrélation de rang de Spearman ρ_S, reliée à la corrélation gaussienne ρ_{jk} par la relation indiquée, identité classique du vecteur gaussien bivarié. Pour $\rho = 0{,}78$ on obtient $\rho_S = 0{,}765$; la différence est faible, ce qui autorise en pratique à éliciter directement une corrélation de rang et à la convertir en corrélation gaussienne par la relation inverse $\rho = 2\sin(\pi\rho_S/6)$. L'exercice 40.4 fait exécuter la construction à la main.

Le chapitre 47 n'a pas utilisé de copule explicite mais une construction structurelle équivalente et plus parlante : le taux terminal est défini comme le taux d'actualisation moins un écart aléatoire indépendant, $R_T = r - \delta$ avec $\delta \sim \mathcal{N}(0{,}0225; 0{,}004^2)$, ce qui revient à imposer une corrélation gaussienne entre r et R_T. En négligeant le plancher $R_T \geq 3{,}5\,\%$,

$$\begin{aligned} \operatorname{Cov}(r, R_T) &= \operatorname{Var}(r) = \sigma_r^2, \qquad \operatorname{Var}(R_T) = \sigma_r^2 + \sigma_\delta^2, \\ \rho(r, R_T) &= \frac{\sigma_r}{\sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_\delta^2}} = \frac{0{,}005}{\sqrt{0{,}005^2 + 0{,}004^2}} = 0{,}781. \end{aligned} \tag{40.9}$$

Les tirages confirment la dérivation : corrélation de Pearson empirique 0,781, corrélation de Spearman 0,769, à comparer à la valeur 0,766 prédite par l'équation (40.8), et écart-type empirique de R_T de 0,006 3 contre $\sqrt{41 \times 10^{-6}} = 0{,}006\,4$ en théorie, la petite différence venant du plancher, actif dans 0,74 % des tirages. La leçon est qu'une relation structurelle entre deux intrants (« le taux terminal, c'est le taux d'actualisation moins la croissance attendue ») est une façon légitime et transparente de modéliser une corrélation ; il suffit d'en calculer la corrélation implicite pour pouvoir la discuter. Une corrélation de 0,78 entre les deux taux est forte ; elle traduit la conviction que l'incertitude sur les taux est d'abord une incertitude commune sur le niveau des rendements exigés, conviction cohérente avec les résultats empiriques de Sivitanidou et Sivitanides (1999) et Chervachidze et Wheaton (2013) sur les déterminants des taux de capitalisation. Les quatre autres intrants du cas 3 sont tirés indépendamment, hypothèse simplificatrice déclarée dont la section 40.6 montre qu'elle a peu de conséquences pour la valeur parce que ces intrants pèsent peu.

40.3 Simuler un DCF : algorithme et erreur d'échantillonnage

40.3.1 L'algorithme

La simulation d'un modèle de flux actualisés n'a rien de mystérieux ; elle consiste à exécuter le calcul déterministe du chapitre 30 un grand nombre de fois. Les étapes sont les suivantes.

1. Déclarer les intrants incertains, leurs lois (tableau 40.2) et leurs dépendances (équations (40.7) et (40.9)) ; fixer les autres intrants (ici la croissance réglementaire des loyers contractuels, 3,1 %, les coûts de vente, l'horizon).
2. Fixer la graine du générateur de nombres pseudo-aléatoires : sans graine, deux exécutions donnent deux résultats, et le rapport n'est pas reproductible. Le script du chapitre utilise la graine 20261031 du générateur `default_rng` de NumPy.
3. Tirer N vecteurs d'intrants $\mathbf{X}^{(s)}$, $s = 1, \dots, N$.
4. Pour chaque tirage, projeter les revenus et dépenses sur l'horizon T et l'année $T+1$, calculer les flux avant dette, la valeur terminale et la valeur

$$V^{(s)} = \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t^{(s)}}{\left(1 + r^{(s)}\right)^t} + \frac{RNE_{T+1}^{(s)} \left(1 - c_v\right)}{R_T^{(s)} \left(1 + r^{(s)}\right)^T}, \tag{40.10}$$

   ainsi que les quantités dérivées qui intéressent la décision : revenu net de chaque année, ratio de couverture $RCD_t^{(s)} = RNE_t^{(s)} / SD$, taux de rendement interne si un prix est donné.
5. Résumer la distribution de chaque sortie : moyenne, médiane, écart-type, quantiles, probabilités de franchissement de seuils, et accompagner chaque résumé de son erreur de Monte-Carlo (section 40.3.3).
6. Vérifier que le modèle simulé, évalué aux intrants de base, reproduit exactement la projection déterministe : c'est le test le plus simple et le plus souvent omis. Dans le cas 3, la fonction vectorisée `projeter_vectorise` évaluée au scénario de base redonne les douze lignes du tableau 30.2 à 10^{-12} près, ce que vérifie `test_ch47.py`.

Deux remarques d'implémentation. La première est la vectorisation : plutôt que d'exécuter dix mille fois une boucle sur les années, on représente chaque intrant par un tableau de dimension N et l'on effectue les opérations année par année sur tous les tirages à la fois ; la simulation du cas 3 à 10 000 tirages prend ainsi une fraction de seconde, ce qui rend possibles les répétitions et les diagnostics qui suivent. La seconde est le traitement des règles discrètes : la relocation au marché d'un nombre entier de logements par an, $k^{(s)} = \lfloor \text{rotation}^{(s)} \times 12 + 0{,}5 \rfloor$, introduit des sauts dans la fonction g et c'est elle qui rend la valeur non parfaitement lisse en la rotation ; une telle discontinuité n'est pas un défaut, elle est la réalité du modèle, mais elle explique que la rotation ait une corrélation de rang avec la valeur plus faible que ne le laisserait croire la tornade.

40.3.2 Résultats du cas 3

La figure 40.1 montre la distribution des 10 000 valeurs simulées, identique à celle de la figure 47.6 et complétée par la fonction de répartition empirique. La médiane est de 2 191 608 $, la moyenne de 2 233 506 $, l'écart-type de 350 443 $ (coefficient de variation 15,7 %) et l'intervalle à 90 % s'étend de 1 735 194 $ à 2 876 902 $. La moyenne dépasse la médiane de 41 898 $: la valeur est une fonction convexe de r et de R_T (à travers $1/R_T$ et $(1+r)^{-t}$), et l'inégalité de Jensen implique que l'espérance de la valeur excède la valeur aux intrants espérés ; Hoesli et al. (2006) relèvent ce biais de convexité et recommandent de rapporter la médiane. La fonction de répartition se lit comme un tableau de probabilités : $F(2\,037\,503\,\$) = 0{,}309$ est la probabilité que la valeur simulée soit inférieure à l'indication par capitalisation directe, $F(2\,000\,000\,\$) = 0{,}265$ et $F(2\,200\,000\,\$) = 0{,}512$ celles de passer sous deux millions et sous la valeur au rôle. La zone colorée sous le quantile 5 % est la queue dont la section 40.5 tire la VaR et la CVaR.

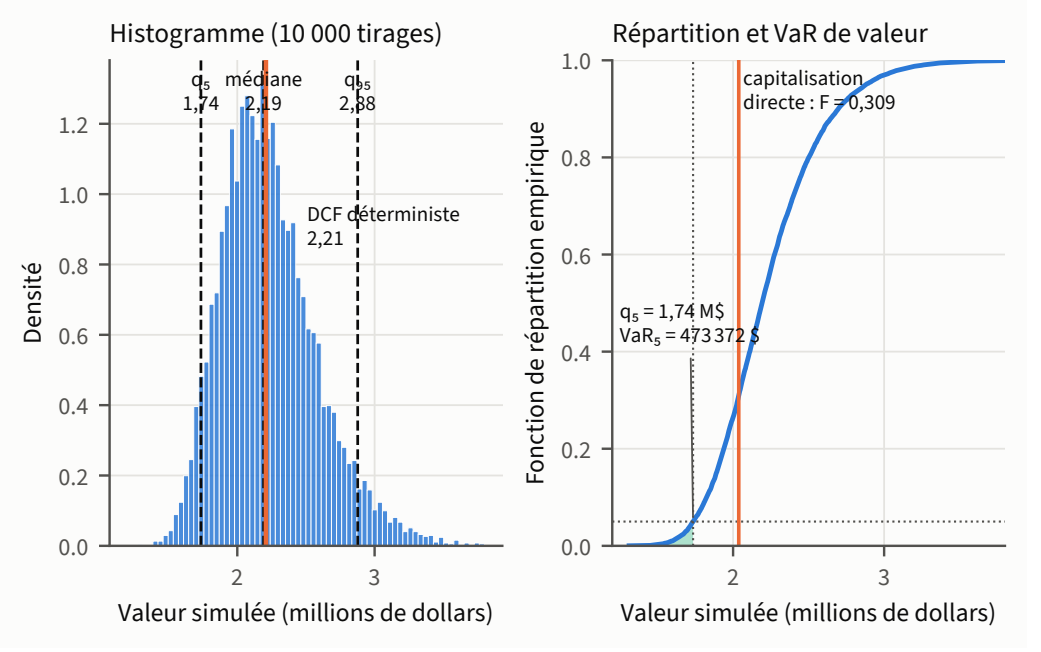


FIGURE 40.1. Distribution de la valeur du cas 3 sur 10 000 tirages : histogramme avec les quantiles 5, 50 et 95 % et la valeur déterministe (à gauche) ; fonction de répartition empirique, queue à 5 % colorée et probabilité que la valeur soit inférieure à l'indication par capitalisation directe (à droite). L'asymétrie à droite est l'effet de convexité de la valeur dans les taux.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch40_figures.py`, graine 20261031.

40.3.3 L'erreur de Monte-Carlo

Chaque chiffre du paragraphe précédent est l'estimation d'une quantité inconnue à partir d'un échantillon de 10 000 tirages et souffre, à ce titre, d'une erreur d'échantillonnage. Pour la moyenne, l'équation (40.2) donne immédiatement $\mathrm{se} = 350\,443/\sqrt{10\,000} = 3\,504\,\$$. Pour les quantiles, qui sont les résumés les plus utiles, il faut un résultat supplémentaire.

Proposition 40.2 : Erreur type d'un quantile empirique

Soit Y une variable de densité f continue et strictement positive au voisinage de son quantile q_p, et $\hat{q}_p$ le quantile empirique d'ordre p d'un échantillon de taille N. Alors

$$\sqrt{N}\,(\hat{q}_p - q_p) \xrightarrow{\mathscr{L}} \mathcal{N}\!\left(0,\ \frac{p\,(1-p)}{f(q_p)^2}\right), \qquad \text{soit} \qquad \mathrm{se}\,(\hat{q}_p) \approx \frac{1}{f(q_p)}\sqrt{\frac{p\,(1-p)}{N}}. \tag{40.11}$$

Démonstration. Soit $\hat{F}_N(y) = N^{-1}\sum_s \mathbb{1}\{Y^{(s)} \le y\}$ la fonction de répartition empirique. En $y = q_p$, $N\hat{F}_N(q_p)$ est binomiale de paramètres (N, p), donc $\sqrt{N}(\hat{F}_N(q_p) - p) \to \mathcal{N}(0, p(1-p))$. Le quantile empirique est défini par $\hat{F}_N(\hat{q}_p) \approx p$; un développement de F au voisinage de q_p donne $F(\hat{q}_p) - F(q_p) \approx f(q_p)(\hat{q}_p - q_p)$, et comme $\hat{F}_N$ et F sont uniformément proches, $p - \hat{F}_N(q_p) \approx F(\hat{q}_p) - F(q_p) \approx f(q_p)(\hat{q}_p - q_p)$. On en déduit $\hat{q}_p - q_p \approx -(\hat{F}_N(q_p) - p)/f(q_p)$, dont la variance asymptotique est $p(1-p)/(N f(q_p)^2)$; l'argument est rendu rigoureux par la représentation de Bahadur du quantile empirique. □

La formule dit deux choses importantes. L'erreur d'un quantile est d'autant plus grande que la densité y est faible : les quantiles extrêmes, situés dans les queues, sont beaucoup moins précis que la médiane pour un même N, et c'est précisément eux que la gestion du risque utilise. Et le numérateur $p(1-p)$ est maximal en $p = 0{,}5$, ce qui ne compense pas la chute de la densité dans les queues. Pour appliquer la formule, il faut estimer $f(q_p)$, ce que l'on fait par un estimateur à noyau sur l'échantillon lui-même ; le tableau 40.3 compare, pour le cas 3, l'erreur type ainsi prédite à l'écart-type empirique des mêmes statistiques sur 300 simulations indépendantes de 10 000 tirages (graines 1 à 300). L'accord est excellent : 4 135 \$ prédits contre 4 277 \$ observés pour la médiane, 10 621 \$ contre 10 862 \$ pour le quantile 95 %, 0,005 0 contre 0,005 2 pour la probabilité de bris de covenant. Le quantile 95 % est deux fois et demie moins précis que la médiane, conformément au rapport des densités.

Le tableau révèle un fait que l'honnêteté impose de rapporter. La médiane obtenue avec la graine du traité, 2 191 608 \$, est inférieure de 12 265 \$ à la moyenne des médianes des 300 répétitions, soit 2,87 erreurs types ; une seule des 300 graines a produit une médiane plus basse. Le quantile 5 % est à $-2{,}1$ erreurs types et le quantile 95 % à $-1{,}8$. La graine 20261031 n'a donc rien de spécial sinon d'être une réalisation légèrement défavorable, ce que le tableau 40.2 laissait voir : la croissance des loyers de marché y est tirée en moyenne 0,000 3 trop bas et le taux d'actualisation 0,000 13 trop haut. Il n'y a là aucune raison de changer de graine, ce qui serait une forme de sélection des résultats ; il y a une raison d'écrire la médiane comme « 2 191 608 \$, erreur type 4 100 \$ » et de noter que la médiane de la population simulée est plus vraisemblablement voisine de 2 204 000 \$, c'est-à-dire 4 700 \$ sous la valeur déterministe de 2 208 566 \$. Cet écart résiduel entre médiane simulée et valeur déterministe

Tableau 40.3. Erreur de Monte-Carlo des statistiques du cas 3 à $N = 10\,000$: erreur type théorique (équations (40.2) et (40.11), densité par noyau gaussien) et écart-type empirique sur 300 répétitions indépendantes ; position de la graine du traité dans la distribution des répétitions.

Statistique	Graine 20261031	Se théor.	Se emp. (300)	Moy. des 300	z
Moyenne ($)	2 233 506	3 504	3 590	2 246 514	—
Quantile 5 % ($)	1 735 194	4 756	4 654	1 745 027	−2,11
Médiane ($)	2 191 608	4 135	4 277	2 203 873	−2,87
Quantile 95 % ($)	2 876 902	10 621	10 862	2 896 383	−1,79
$\mathrm{P}(\mathrm{RCD}_1 < 1{,}20)$	0,4936	0,0050	0,0052	0,5001	−1,25

Source : [données synthétiques] `erreurs_theoriques` et `repetitions` de `ch40_montecarlo.py` ; l'écart réduit z est l'écart de la graine du traité à la moyenne des 300 répétitions, divisé par l'écart-type empirique. La valeur exacte de $\mathrm{P}(\mathrm{RCD}_1 < 1{,}20)$ est 0,5 (section 40.5.3).

n'est pas, lui, une erreur d'échantillonnage : il vient de ce que la médiane d'une fonction non linéaire de variables aléatoires n'est pas la fonction des médianes, l'inoccupation log-normale ayant une moyenne supérieure à sa médiane, la rotation triangulaire une moyenne de 16 % contre un mode de 15 %, et le facteur CAPEX une moyenne de 1,02.

40.3.4 Convergence et nombre de tirages

La figure 40.2 illustre les deux faces de la convergence. À gauche, les quantiles cumulés d'une seule suite de 100 000 tirages : après 100 tirages, la médiane est à 2 186 860 $ et le quantile 95 % à 2 859 840 $; après 1 000, à 2 188 350 $ et 2 865 010 $; après 10 000, à 2 207 230 $ et 2 901 010 $; après 100 000, à 2 203 500 $ et 2 895 770 $. Le lecteur attentif remarquera que cette suite de 100 000 tirages, bien qu'elle utilise la même graine, ne coïncide pas avec la simulation de 10 000 tirages du traité ; c'est que le générateur produit les intrants variable par variable, de sorte que les dix mille premiers tirages d'une suite de cent mille ne sont pas les dix mille tirages d'une suite de dix mille. À droite, l'écart-type empirique des estimateurs sur 40 répétitions pour chaque N de 250 à 8 000, en coordonnées logarithmiques : la pente ajustée pour la médiane est −0,50, exactement la prédiction $N^{-1/2}$ de l'équation (40.11).

Combien de tirages faut-il ? La réponse dépend de la statistique visée et de la précision requise. En inversant les équations (40.2) et (40.11), le nombre de tirages tel que l'intervalle de confiance à $1 - a$ ait une demi-largeur au plus égale à ϵ est

$$N \geq \left(\frac{z_{1-a/2}\, \sigma_1}{\epsilon} \right)^2, \qquad \text{avec}$$

$$\sigma_1 = \hat{\sigma}_Y \text{ (moyenne)}, \qquad \sigma_1 = \frac{\sqrt{p(1-p)}}{f(q_p)} \text{ (quantile)}, \qquad \sigma_1 = \sqrt{p(1-p)} \text{ (probabilité)}. \tag{40.12}$$

Pour la médiane du cas 3, $\sigma_1 = 413\,451$ $; une demi-largeur de 5 000 $ à 95 % exige $N \geq (1{,}96 \times 413\,451/5000)^2 = 26\,267$ tirages, et une demi-largeur de 1 000 $ en exigerait 656 665. Pour une probabilité voisine de 0,5 à un point de pourcentage près, $N \geq (1{,}96 \times 0{,}5/0{,}01)^2 = 9\,604$; à un demi-point, 38 415. Les 10 000 tirages du traité suffisent donc pour une probabilité de covenant au point près et pour une médiane au centième de million près, pas pour un

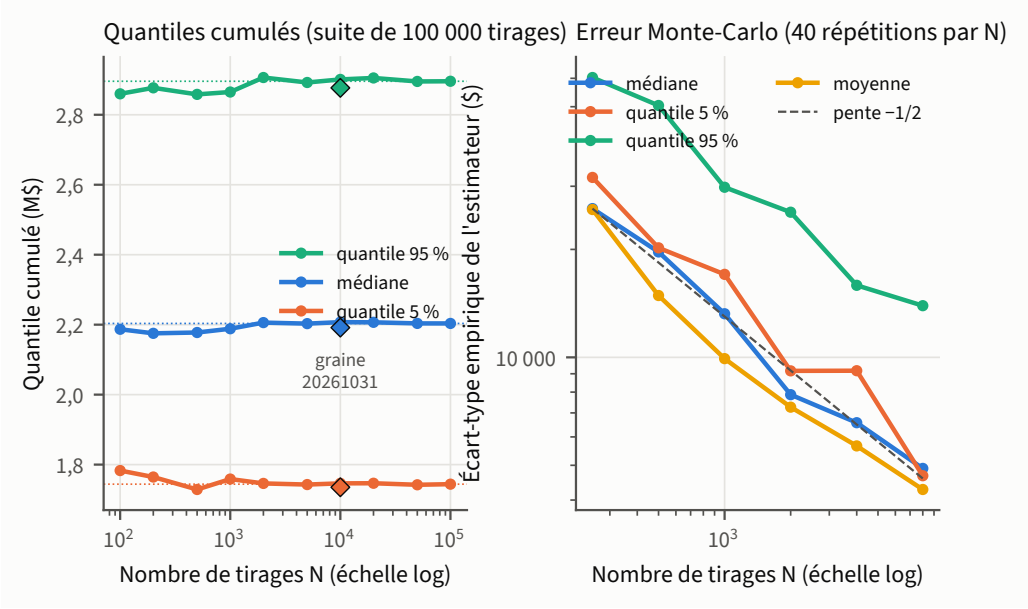


FIGURE 40.2. Convergence de la simulation du cas 3. À gauche, quantiles cumulés d'une suite de 100 000 tirages (graine 20261031) ; les losanges marquent les valeurs de la simulation de 10 000 tirages du traité, légèrement défavorable. À droite, écart-type empirique des estimateurs sur 40 répétitions selon N, en coordonnées logarithmiques, avec la droite de pente $-1/2$.

Source: [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch40_figures.py`, fonctions `convergence` et `se_empirique_selon_N` de `ch40_montecarlo.py`.

quantile 95 % au-delà de la dizaine de milliers de dollars, ce qui est de toute façon bien au-delà de la précision que l'incertitude des lois elles-mêmes autorise. Il est vain de simuler un million de fois un modèle dont les écarts-types d'intrants sont connus à 30 % près ; l'erreur de Monte-Carlo doit simplement être rendue négligeable devant l'incertitude de modélisation, et déclarée.

40.4 Réduire la variance : l'échantillonnage par hypercube latin

40.4.1 Principe

L'échantillonnage simple tire chaque coordonnée uniformément et indépendamment ; il laisse au hasard le soin de couvrir l'espace des intrants, et le hasard couvre mal : dans un échantillon de 1 000 tirages normaux, il arrive que les 5 % supérieurs soient sous-représentés et la moyenne de l'échantillon déplacée, ce qui se transmet à toutes les sorties. L'**échantillonnage par hypercube latin** (*Latin hypercube sampling*, LHS) (McKay et al. 1979) impose à chaque coordonnée d'être représentée exactement une fois dans chacune de N strates équiprobables : pour la dimension k, on tire une permutation aléatoire π_k de $\{0, \dots, N-1\}$ et des uniformes indépendantes U_{sk}, et l'on pose

$$u_{sk} = \frac{\pi_k(s) + U_{sk}}{N}, \qquad X_{sk} = F_k^{-1}(u_{sk}), \qquad s = 1, \dots, N,\ k = 1, \dots, d. \tag{40.13}$$

Chaque marginale est alors stratifiée parfaitement : exactement un tirage dans chaque intervalle de probabilité $1/N$, et la moyenne empirique de toute fonction monotone d'une seule coordonnée a une variance d'ordre N^{-3} au lieu de N^{-1}. Pour une fonction de plusieurs variables, le gain dépend de la part additive de la fonction : si $g(\mathbf{X}) = \sum_k g_k(X_k) + \text{reste}$, l'hypercube latin élimine presque entièrement la variance due à la partie additive et ne laisse que celle du reste, d'où le résultat classique que la variance de la moyenne par hypercube latin ne dépasse jamais (asymptotiquement) celle de l'échantillonnage simple, et lui est très inférieure lorsque le modèle est proche d'être additif. La figure 40.3 illustre la stratification en dimension deux et mesure le gain sur le cas 3.

40.4.2 Mise en œuvre et comparaison

La fonction `tirer_lhs` du script du chapitre reproduit la fonction `tirer` du chapitre 47 (mêmes lois, même ordre des intrants, mêmes bornes) en remplaçant les tirages normaux directs par l'équation (40.13) et les fonctions quantiles des lois ; le facteur CAPEX de chaque chantier occupe une dimension propre, soit neuf dimensions en tout. Pour comparer les deux schémas à armes égales, on simule 100 fois le cas 3 avec $N = 1\,000$ tirages, en simple puis en hypercube latin, et l'on calcule la variance des estimateurs d'une répétition à l'autre ; le tableau 40.4 rapporte le rapport des variances, qui est le facteur par lequel il faudrait multiplier N en échantillonnage simple pour égaler la précision de l'hypercube latin.

Les résultats sont instructifs à trois égards. Pour la moyenne de la valeur, le gain est spectaculaire : la variance est divisée par 105, ce qui signifie qu'un hypercube latin de 1 000 points est aussi précis qu'un échantillonnage simple de 100 000 points ; c'est le signe que la valeur est très largement additive en ses intrants, fait que la régression standardisée de la section 40.6 confirme avec un R^2 de 0,955. Pour les quantiles, le gain est modeste, de 1,4 à 2,8 : un quantile dépend de la position d'un petit nombre de tirages dans une queue, et la

Tableau 40.4. Échantillonnage simple et hypercube latin sur le cas 3, $N = 1\,000$ tirages, 100 répétitions : moyenne et écart-type des estimateurs d'une répétition à l'autre, rapport des variances.

	Moyenne des estimations		Écart-type		Rapport
Statistique	simple	LHS	simple	LHS	des var.
Moyenne ($)	2 247 110	2 246 560	12 079	1 177	105,4
Écart-type ($)	354 784	355 509	10 391	5 901	3,1
Médiane ($)	2 204 900	2 202 380	12 881	7 662	2,8
Quantile 5 % ($)	1 746 490	1 746 410	14 232	12 231	1,4
Quantile 95 % ($)	2 892 420	2 895 480	35 935	26 361	1,9
P(valeur $<$ 2 M$)	0,2580	0,2572	0,0147	0,0091	2,6
P($\mathrm{RCD}_1 < 1{,}20$)	0,4977	0,5000	0,0162	0	∞

Source : [données synthétiques] `comparer_lhs` de `ch40_montecarlo.py`, graines 1000 à 1099.

stratification des marginales ne contrôle pas la queue de la sortie ; l'hypercube latin n'est donc pas la panacée pour la VaR, et il faut lui préférer, pour les quantiles extrêmes, un N plus grand ou des méthodes d'échantillonnage préférentiel qui dépassent ce chapitre. Enfin, la probabilité que le ratio de couverture de première année soit inférieur à 1,20 est estimée *exactement* à 0,5 par chaque hypercube latin, sans aucune variance : le ratio de première année est une fonction strictement décroissante de la seule inoccupation (équation (40.16)), le seuil correspond exactement à la médiane de la loi de l'inoccupation, et la stratification place exactement $N/2$ tirages de chaque côté. Ce cas limite montre ce que la stratification fait au mieux et prévient d'une illusion : la précision infinie de ce chiffre ne dit rien sur la précision de la loi dont il découle.

40.5 Stress tests, mesures de risque et covenants

40.5.1 Stress tests déterministes et simulation : complémentarité

Le stress test déterministe choisit un point de l'espace des intrants et y évalue le modèle. Il a trois vertus que la simulation n'a pas : il se raconte (« si les taux montent de deux points au renouvellement »), il se vérifie à la main, et il correspond à la pratique réglementaire. Le taux admissible minimal du BSIF pour les prêts hypothécaires résidentiels non assurés, le plus élevé du taux contractuel majoré de deux points et de 5,25 % (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b), est un stress test déterministe appliqué à la capacité de remboursement de l'emprunteur ; les scénarios de renouvellement du section 31.5 et du chapitre 47, qui refinancent le solde à +100, +200 et +300 points de base, en sont la transposition à un immeuble locatif. Mais le stress test a un défaut : il ne dit pas à quel point le scénario est sévère. Un choc de +200 points de base est-il un événement d'une fois tous les cinq ans ou d'une fois par siècle ? Deux chocs simultanés sont-ils aussi vraisemblables que chacun d'eux séparément ? La simulation répond en attachant à tout scénario déterministe la probabilité, sous les lois déclarées, d'un résultat au moins aussi défavorable : $P\big(V \le V_{\text{scénario}}\big)$, lue directement sur la fonction de répartition empirique de la figure 40.1.

Le tableau 40.5 applique cette lecture à six scénarios du cas 3. Le scénario de hausse des taux du tableau 30.8 ($r = 8{,}00\,\%$, $R_T = 5{,}50\,\%$) donne une valeur de 1 947 889 $, en baisse

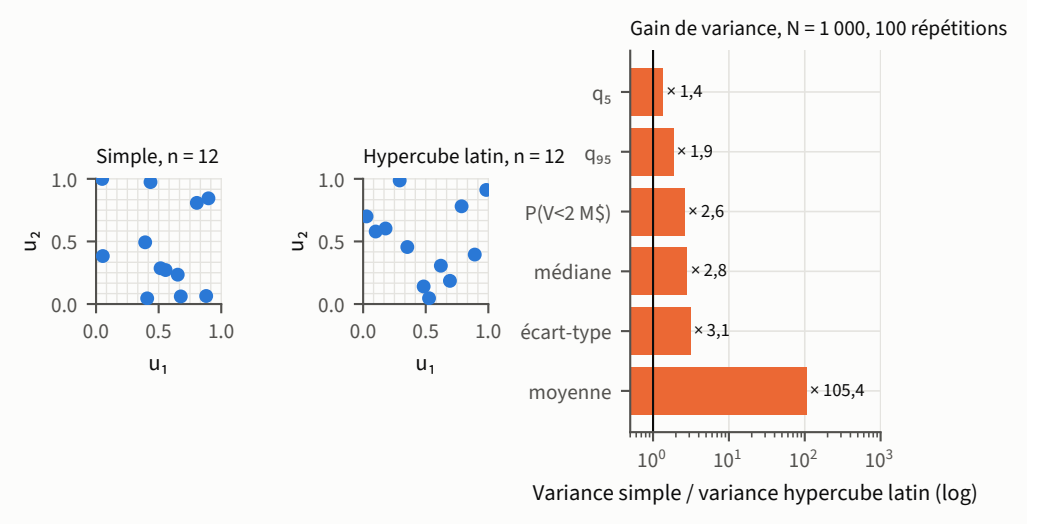


FIGURE 40.3. Hypercube latin. À gauche et au centre, douze points dans le carré unité par échantillonnage simple puis par hypercube latin : chaque ligne et chaque colonne de la grille contient exactement un point dans le second cas. À droite, rapport des variances des estimateurs (échantillonnage simple sur hypercube latin, $N = 1\,000$, 100 répétitions) pour le cas 3 : le gain est massif pour la moyenne, modeste pour les quantiles.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch40_figures.py` ; fonctions `hypercube_latin` et `comparer_lhs` de `ch40_montecarlo.py`.

de 11,8 % ; la probabilité d'une valeur au moins aussi basse est de 20,7 %, ce qui en fait un scénario sévère mais nullement extrême : une chance sur cinq. Une inoccupation de 6 % ne retranche que 3,6 % à la valeur et sa probabilité « au moins aussi mauvais » est de 42,3 %, c'est-à-dire que c'est à peine un stress. La combinaison d'une croissance des loyers de marché de 2,5 % et d'une croissance des dépenses de 4 % vaut −11,5 % et une chance sur cinq. Les deux derniers scénarios montrent le piège des stress tests multiples : porter trois intrants simultanément à leur quantile défavorable 90 % donne −22,2 % avec une probabilité de 4,1 %, et porter les sept intrants à ce quantile donne −33,7 % avec une probabilité de 0,13 %, soit un événement de l'ordre d'une fois sur 750. Le second scénario, que des analystes prudents présentent parfois comme « le pire cas raisonnable », combine sept événements dont chacun n'a qu'une chance sur dix ; leur conjonction, même avec la corrélation entre r et R_T, n'a rien de raisonnable. C'est l'apport principal de la simulation aux stress tests : calibrer la sévérité et empêcher l'empilement d'hypothèses défavorables dont la conjonction est improbable.

Le **stress test inversé** renverse la question : au lieu de demander ce que vaut l'immeuble sous un choc donné, il cherche le choc qui amène le résultat à un seuil critique. La fonction `stress_inverse` du script résout quatre équations à une inconnue par la méthode de Brent. Le ratio de couverture de première année tombe à 1,00 pour une inoccupation de 13,3 % ; la valeur descend à deux millions de dollars pour un taux d'actualisation de 7,72 % (l'écart terminal de 2,25 points étant maintenu), soit une hausse de 47 points de base seulement ; la valeur DCF rejoint l'indication par capitalisation directe pour un taux terminal de 5,62 % ou pour une croissance des loyers de marché de 2,33 %. Cette dernière lecture éclaire la réconciliation du chapitre 47 : l'écart de 8,4 % entre les deux méthodes équivaut à un peu plus d'un point de croissance des loyers de marché sur dix ans, ou à 62 points de base de

Tableau 40.5. Stress tests déterministes du cas 3 et probabilité, dans la simulation, d'un résultat au moins aussi défavorable.

Scénario	Valeur ($)	Écart à la base (%)	P(valeur ≤ scénario) (%)
Base (hypothèses du dossier)	2 208 566	0,0	52,17
Hausse des taux : $r + 75$ pb, $R_T + 50$ pb (tableau 30.8)	1 947 889	−11,8	20,72
Marché détendu : inoccupation 6 %	2 128 580	−3,6	42,33
Croissance faible : loyers de marché 2,5 %, dépenses 4,0 %	1 954 800	−11,5	21,39
Trois intrants au quantile défavorable 90 % (r, g_m, v)	1 717 180	−22,2	4,13
Sept intrants au quantile défavorable 90 %	1 464 480	−33,7	0,13

Source : [données synthétiques] `stress_deterministes` de `ch40_montecarlo.py` ; les probabilités sont des fréquences sur 10 000 tirages (erreur type au plus 0,5 point).

taux terminal. Chaque seuil de stress inversé peut ensuite recevoir sa probabilité par les lois déclarées : une inoccupation supérieure à 13,3 % a, sous la loi log-normale du dossier, une probabilité de $1 - \Phi\big(\ln(0{,}1333/0{,}039)/0{,}30\big) = 2 \times 10^{-5}$.

40.5.2 VaR et CVaR de valeur

La gestion des risques financiers a imposé deux résumés de la queue d'une distribution. La **valeur à risque** (VaR) au niveau α est la perte qui n'est dépassée qu'avec probabilité α ; appliquée à une valeur d'immeuble et mesurée par rapport à une valeur de référence $V_{\text{réf}}$ (la valeur déterministe ou la médiane), elle est l'écart entre la référence et le quantile d'ordre α. La **valeur à risque conditionnelle** (CVaR, aussi appelée perte espérée ou *expected shortfall*) est la perte moyenne dans les α pires cas :

$$\mathrm{VaR}_\alpha = V_{\text{réf}} - q_\alpha, \qquad \mathrm{CVaR}_\alpha = V_{\text{réf}} - \mathrm{E}\left[V \mid V \le q_\alpha\right] = V_{\text{réf}} - \frac{1}{\alpha}\int_0^\alpha q_u \,\mathrm{d}u. \tag{40.14}$$

La CVaR est toujours au moins égale à la VaR puisqu'elle moyenne des valeurs toutes inférieures ou égales au quantile, et elle a sur la VaR deux avantages théoriques bien connus (Artzner et al. 1999 ; Rockafellar et Uryasev 2000) : elle tient compte de la forme de la queue au-delà du quantile, alors que deux distributions de même quantile 5 % mais de queues très différentes ont la même VaR, et elle est sous-additive, c'est-à-dire que la CVaR d'un portefeuille n'excède jamais la somme des CVaR de ses composantes, propriété que la VaR ne possède pas en général et qui importe pour l'agrégation de la section 40.8. L'estimateur de Monte-Carlo de la CVaR est la moyenne des $\lfloor \alpha N \rfloor$ plus petites valeurs simulées ; son erreur type est plus grande que celle de la VaR, puisqu'elle repose sur moins de tirages encore.

Pour le cas 3, en prenant la valeur déterministe de 2 208 566 $ comme référence, le tableau 40.6 donne une VaR à 5 % de 473 372 $, soit 21,4 % de la valeur, et une CVaR à 5 % de 557 097 $, soit 25,2 % ; au niveau 10 %, 385 254 $ (17,4 %) et 491 208 $ (22,2 %). Il est utile de comparer ces chiffres à ce qu'une approximation normale aurait donné. Si la valeur était normale de même moyenne et de même écart-type, son quantile 5 % serait 1 657 079 $ au lieu

de 1 735 194 $, et la CVaR normale, donnée par la formule fermée

$$\mathrm{E}\left[V \mid V \le q_\alpha\right] = \mu - \sigma\,\frac{\varphi(z_\alpha)}{\alpha}, \qquad \text{soit ici} \qquad 2\,233\,506 - 350\,443 \times \frac{\varphi(-1{,}645)}{0{,}05} = 1\,510\,643\,\$, \tag{40.15}$$

surestimerait la perte espérée de queue de 140 827 $ par rapport à la distribution simulée (1 651 470 $). L'approximation normale est donc ici *trop* pessimiste pour la queue basse, parce que la valeur est asymétrique à droite : sa queue basse est plus courte que celle d'une normale, sa queue haute plus longue. L'erreur serait de sens opposé pour un indicateur dont la queue défavorable est la queue haute, comme le coût d'un chantier ; la leçon est qu'aucune formule fermée ne dispense de regarder la distribution simulée.

Tableau 40.6. Mesures de risque de la valeur et de la couverture de la dette du cas 3 (10 000 tirages, graine 20261031) ; référence pour la VaR et la CVaR : valeur déterministe de 2 208 566 $.

Mesure	Montant ($)	Lecture
Quantile 5 % de la valeur	1 735 194	78,6 % de la référence
VaR 5 %	473 372	21,4 % de la référence
Espérance de la valeur dans les 5 % pires cas	1 651 470	
CVaR 5 %	557 097	25,2 % de la référence
Quantile 10 % de la valeur ; VaR 10 %	1 823 312	VaR 385 254 $ (17,4 %)
CVaR 10 %	491 208	22,2 % de la référence
Quantile 5 % si la valeur était normale (μ, σ simulés)	1 657 079	VaR surestimée de 78 115 $
CVaR 5 % si la valeur était normale	697 923	surestimée de 140 827 $
$\mathrm{P}(\mathrm{RCD}_1 < 1{,}20)$: simulée / exacte	0,4936 / 0,5	±0,005
$\mathrm{P}(\mathrm{RCD}_1 < 1{,}00)$: simulée / exacte	0 / 2×10^{-5}	0,2 tirage attendu
RCD_1 : médiane / quantile 5 %	1,200 / 1,148	
$\mathrm{P}(\mathrm{RCD}_6 < 1{,}20)$ après renouvellement à +200 pb	0,0140	±0,0012
RCD_6 (+200 pb) : médiane / quantile 5 %	1,344 / 1,232	

Source : [données synthétiques] `mesures_risque`, `cvar_normale`, `rcd1_analytique` et `monte_carlo` ; les ratios de couverture sont ceux du prêt de 1 475 959 $ (service de la dette 74 963 $).

40.5.3 Probabilité de bris de covenant

La question que pose le prêteur n'est pas celle de la valeur mais celle du ratio de couverture de la dette. Le chapitre 31 a dimensionné le prêt du cas 3 pour que le ratio de première année soit exactement 1,20 aux hypothèses de base ; la simulation du chapitre 47 trouve une probabilité de 49,4 % que ce ratio soit inférieur à 1,20 et aucun tirage sous 1,00. Ces deux chiffres se dérivent exactement, ce qui offre une vérification analytique de la simulation. Le

revenu net de première année ne dépend, parmi les intrants simulés, que de l'inoccupation v : les croissances n'agissent qu'à partir de l'année 2, la rotation aussi, et le premier chantier de CAPEX n'entre pas dans le revenu net. Avec les conventions du dossier (frais de gestion imputés à 4 % du revenu brut effectif, réserve RR fixe, autres dépenses hors gestion DE^{hg} fixes la première année),

$$RCD_1(v) = \frac{0{,}96\left[RBP\,(1-v) + R_{\text{autres}}\right] - DE^{\text{hg}} - RR}{SD}, \qquad \frac{\mathrm{d}\,RCD_1}{\mathrm{d}v} = -\frac{0{,}96\,RBP}{SD} = -2{,}12, \tag{40.16}$$

fonction affine strictement décroissante de v : chaque point d'inoccupation retranche 0,021 2 au ratio. Le prêt ayant été calibré pour $RCD_1(0{,}039) = 1{,}20$, l'événement $\{RCD_1 < 1{,}20\}$ est exactement $\{v > 0{,}039\}$, et comme 3,9 % est la médiane de la loi log-normale déclarée, sa probabilité est exactement 0,5. La fréquence simulée de 0,493 6 en diffère de $-1{,}3$ erreur type ($\sqrt{0{,}25/10\,000} = 0{,}005$) : la simulation est juste, et c'est le dimensionnement du prêt qui met le covenant à pile ou face. Le ratio tombe à 1,00 pour $v_1 = 13{,}33$ %, dont la probabilité sous la loi déclarée est 2×10^{-5}, soit 0,2 tirage attendu sur 10 000 : l'absence de tout tirage sous 1,00 n'est pas une preuve d'impossibilité, c'est la conséquence attendue d'une probabilité très faible que la simulation ne peut pas estimer avec 10 000 tirages (il en faudrait de l'ordre de dix millions pour l'estimer à 20 % près). Pour une probabilité de cet ordre, le calcul exact ou l'échantillonnage préférentiel s'imposent, et le résultat exact ne vaut que ce que vaut la queue de la loi log-normale, qui est une hypothèse.

La figure 40.4 trace les trajectoires du ratio de couverture sur dix ans, avec le prêt de base pendant le terme de cinq ans puis le prêt renouvelé à +200 points de base sur le solde résiduel. La médiane monte de 1,20 à 1,59 à l'année 5 grâce au rattrapage des loyers, retombe à 1,34 à l'année 6 sous l'effet du choc de taux, puis remonte. La bande à 90 % s'élargit avec l'horizon, parce que les incertitudes sur les croissances se cumulent ; à l'année 6, le quantile 5 % est à 1,232 et la probabilité d'un ratio inférieur à 1,20 n'est que de 1,4 % (erreur type 0,001 2). La figure montre aussi douze trajectoires individuelles : elles ne sont pas parallèles, certaines croisent la médiane, et c'est ce croisement que la simulation seule peut représenter, le scénario déterministe du tableau 47.14 ne traçant qu'une trajectoire. Le prêteur peut en tirer une règle de dimensionnement probabiliste : s'il veut une probabilité de bris du covenant inférieure à 10 % la première année, il doit choisir le prêt tel que $RCD_1(q_{0,90}(v)) = 1{,}20$, c'est-à-dire fixer le ratio de base à $RCD_1(0{,}039) = 1{,}20 \times RNE_1(0{,}039)/RNE_1(q_{0,90})$; avec $q_{0,90}(v) = 0{,}039\,e^{0{,}30\times 1{,}2816} = 5{,}73$ %, le revenu net baisse de 2 904 $ et le ratio de base requis est 1,24, ce qui ramène le prêt vers 1 425 000 $, en accord avec l'ordre de grandeur de 1 417 000 $ avancé au chapitre 47 pour un ratio de 1,25.

Au Québec

Trois repères québécois et canadiens encadrent les stress tests de ce chapitre. Le taux admissible minimal du Bureau du surintendant des institutions financières pour les prêts hypothécaires résidentiels non assurés est le plus élevé du taux contractuel majoré de deux points et de 5,25 % ; la règle est revue au moins une fois l'an et ne s'applique plus, depuis le 21 novembre 2024, aux transferts directs non assurés au renouvellement (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b, page modifiée le 29 janvier 2026, consultée le 31 octobre 2026). Elle vise l'emprunteur individuel, non

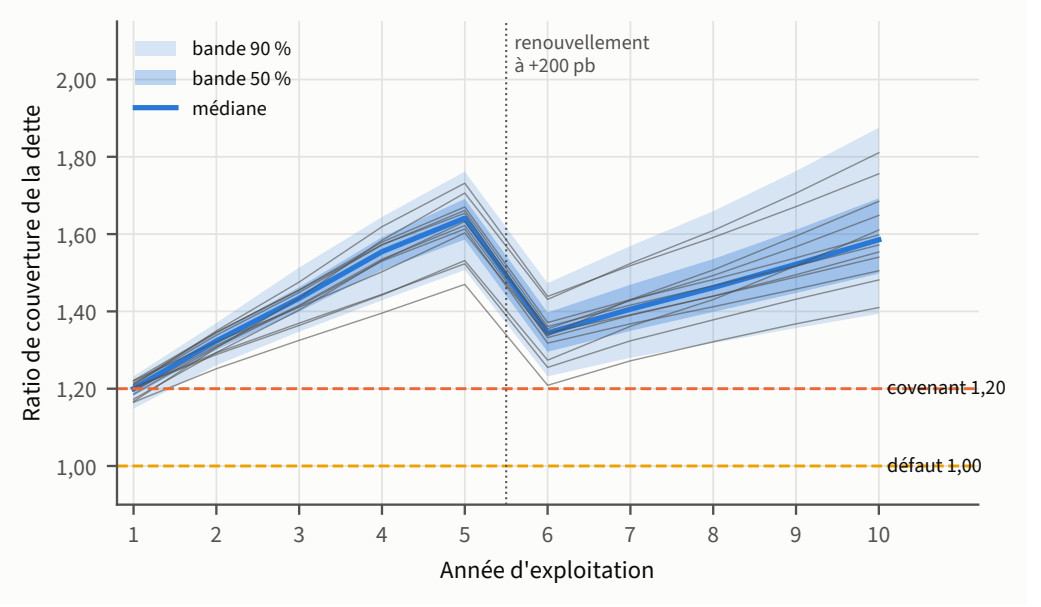


FIGURE 40.4. Trajectoires simulées du ratio de couverture de la dette du cas 3 sur dix ans : médiane, bandes à 50 et 90 %, douze trajectoires individuelles ; prêt de base pendant le terme de cinq ans, puis renouvellement du solde à +200 points de base. Le covenant de 1,20 est franchi une fois sur deux la première année ; le seuil de 1,00 n'est jamais approché.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch40_figures.py`, graine 20261031 ; revenu net de `monte_carlo`, service de la dette par `traite.finance.Hypotheque`.

l'immeuble locatif, mais elle fixe l'ordre de grandeur du choc de taux que les prêteurs appliquent par analogie au ratio de couverture, et c'est pourquoi les scénarios à +200 points de base des chapitres 31 et 47 et de la figure 40.4 y font écho. La Banque du Canada a relevé son taux directeur à 2,50 % le 28 octobre 2026, première hausse depuis juillet 2023, après l'avoir maintenu à 2,25 % depuis le 30 octobre 2025 (Banque du Canada 2026a) ; le rendement des obligations du gouvernement du Canada à dix ans était de 3,84 % le 29 octobre 2026 et le taux hypothécaire conventionnel de cinq ans affiché de 6,19 % (Banque du Canada 2026b). La loi normale de moyenne 7,25 % et d'écart-type 50 pb du taux d'actualisation du cas 3 doit se lire dans ce contexte : un intervalle à 90 % de 6,43 % à 8,07 %, soit une prime de 2,6 à 4,2 points sur le dix ans, en l'absence d'enquête publique sur les taux d'actualisation du multirésidentiel québécois. Enfin, la croissance des loyers contractuels est maintenue fixe à 3,1 % dans la simulation parce qu'elle découle du pourcentage de base de la méthode de fixation du Tribunal administratif du logement pour 2026 (chapitre 34) : c'est un paramètre réglementaire annuel, non un aléa de marché, et le traiter comme aléatoire reviendrait à simuler la politique réglementaire, ce que l'on fait, si on le souhaite, par scénario plutôt que par loi. Aucune norme de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec n'exige de simulation ; les Normes de pratique professionnelle exigent que le rapport énonce les hypothèses et réserves et que le raisonnement soit suivable (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), ce que la déclaration des lois, de la graine et de l'erreur de Monte-Carlo satisfait pleinement.

40.6 Sensibilité globale : indices de Sobol, corrélations de rang et tornade

40.6.1 Pourquoi la tornade ne suffit pas

Le diagramme en tornade du section 30.7 et de la figure 47.7 est une analyse de sensibilité *locale* et *un facteur à la fois* : il déplace chaque intrant entre deux bornes, les autres restant à la base, et mesure le déplacement de la valeur. Il a deux limites. Son classement dépend des bornes choisies : si la borne d'un intrant est son quantile 10-90 et celle d'un autre son quantile 5-95, la comparaison est faussée ; le chapitre 47 a pris soin d'utiliser les mêmes quantiles pour tous, ce qui rend la tornade cohérente avec les lois, mais c'est une discipline, non une propriété de la méthode. Et il ignore les interactions : si l'effet d'une croissance des loyers de marché plus forte dépend du niveau de la rotation (il faut que les logements se libèrent pour que le marché entre dans l'immeuble), aucun déplacement d'un seul intrant ne le montre. L'analyse de sensibilité **globale** répond aux deux limites en décomposant la variance de la sortie, telle que la simulation la produit, en contributions des intrants et de leurs interactions.

40.6.2 Décomposition de la variance et indices de Sobol

Théorème 40.3 : Décomposition de Hoeffding et indices de Sobol

Soit $Y = g(X_1, \dots, X_d)$ de variance finie, les X_i étant indépendants. Alors g se décompose de façon unique en

$$g = g_0 + \sum_i g_i(X_i) + \sum_{i<j} g_{ij}(X_i, X_j) + \cdots + g_{1\dots d}(X_1, \dots, X_d), \tag{40.17}$$

où $g_0 = \mathrm{E}[Y]$, $g_i(x_i) = \mathrm{E}[Y \mid X_i = x_i] - g_0$, $g_{ij} = \mathrm{E}[Y \mid X_i, X_j] - g_i - g_j - g_0$, etc., toutes les composantes étant centrées et deux à deux orthogonales. La variance se décompose en conséquence, $\mathrm{Var}(Y) = \sum_i V_i + \sum_{i<j} V_{ij} + \dots$ avec $V_i = \mathrm{Var}[\mathrm{E}(Y \mid X_i)]$, et l'on définit l'**indice de premier ordre** et l'**indice total** de X_i par

$$S_i = \frac{\mathrm{Var}\left[\mathrm{E}(Y \mid X_i)\right]}{\mathrm{Var}(Y)}, \qquad S_{T_i} = 1 - \frac{\mathrm{Var}\left[\mathrm{E}(Y \mid \mathbf{X}_{-i})\right]}{\mathrm{Var}(Y)} = \frac{\mathrm{E}\left[\mathrm{Var}(Y \mid \mathbf{X}_{-i})\right]}{\mathrm{Var}(Y)}, \tag{40.18}$$

avec $0 \le S_i \le S_{T_i} \le 1$ et $\sum_i S_i \le 1$, l'égalité ayant lieu si et seulement si g est additive.

Démonstration. L'unicité et l'orthogonalité découlent de la construction par espérances conditionnelles successives : chaque composante $g_{\mathcal{J}}$ est d'espérance nulle par rapport à chacune de ses variables, de sorte que le produit de deux composantes distinctes a une espérance nulle (il existe une variable qui figure dans l'une et pas dans l'autre, et l'intégration par rapport à elle annule le produit) ; l'indépendance des X_i est nécessaire pour que la loi jointe soit produit des marginales. La variance de la somme de composantes orthogonales est la somme des variances. L'inégalité $S_i \le S_{T_i}$ vient de ce que S_{T_i} somme V_i et toutes les $V_{\mathcal{J}}$ contenant i ; $\sum S_i \le 1$ parce que les termes d'interaction sont positifs ou nuls. Enfin, par la loi de la variance totale, $\mathrm{Var}(Y) = \mathrm{Var}[\mathrm{E}(Y \mid \mathbf{X}_{-i})] + \mathrm{E}[\mathrm{Var}(Y \mid \mathbf{X}_{-i})]$, d'où la seconde expression de S_{T_i}. □

L'indice de premier ordre S_i est la part de la variance de la valeur que l'on éliminerait en connaissant parfaitement X_i ; l'indice total S_{T_i} est la part qui subsisterait si l'on connaissait parfaitement tous les autres intrants ; leur différence mesure les interactions auxquelles X_i participe. La condition d'indépendance oblige à travailler sur les intrants *de base* du modèle, r et δ, et non sur r et R_T qui sont corrélés ; l'indice de δ s'interprète alors comme la part de variance due à l'incertitude sur l'écart terminal *au-delà* de celle due au niveau des taux.

Les indices s'estiment sans calculer d'espérance conditionnelle, par la méthode des **échantillons appariés** (*pick-freeze*) (Sobol' 2001). On tire deux matrices indépendantes $\mathbf{A}$ et $\mathbf{B}$ de N lignes et d colonnes, et pour chaque i une matrice $\mathbf{A}_{\mathbf{B}}^{(i)}$ égale à $\mathbf{A}$ sauf sa colonne i, prise dans $\mathbf{B}$; on évalue le modèle sur les $N(d+2)$ lignes et l'on calcule

$$\hat{S}_i = \frac{1}{N\hat{V}} \sum_{s=1}^{N} \big(g(\mathbf{B}_s) - \hat{g}_0\big)\big[g(\mathbf{A}_{\mathbf{B},s}^{(i)}) - g(\mathbf{A}_s)\big], \qquad \hat{S}_{T_i} = \frac{1}{2N\hat{V}} \sum_{s=1}^{N} \big[g(\mathbf{A}_s) - g(\mathbf{A}_{\mathbf{B},s}^{(i)})\big]^2. \tag{40.19}$$

Le premier estimateur repose sur l'identité $\mathrm{E}[g(\mathbf{B})\, g(\mathbf{A}_{\mathbf{B}}^{(i)})] - g_0^2 = V_i$: les deux arguments partagent la seule coordonnée i, de sorte que leur covariance est exactement la variance de l'espérance conditionnelle en X_i, et le terme $g(\mathbf{B})\, g(\mathbf{A})$, dont les arguments ne partagent

rien, retranche g_0^2 ; le centrage par $\hat{g}_0$ ne change pas l'espérance et réduit la variance de l'estimateur. Le second repose sur le fait que $\mathbf{A}_s$ et $\mathbf{A}_{\mathbf{B},s}^{(i)}$ ne diffèrent que par la coordonnée i, de sorte que la demi-espérance de leur différence au carré est $\mathrm{E}[\mathrm{Var}(Y \mid \mathbf{X}_{-i})]$. Pour le cas 3, avec $N = 20\,000$ et sept intrants (les trois facteurs CAPEX étant gelés ensemble comme un groupe), l'estimation coûte 180 000 évaluations du modèle, soit quelques secondes.

40.6.3 Résultats et confrontation à la tornade

Le tableau 40.7 et la figure 40.5 rassemblent trois mesures de sensibilité globale et la tornade. Les indices de Sobol attribuent 52,8 % de la variance de la valeur au taux d'actualisation (indice total 53,5 %), 24,8 % à la croissance des loyers de marché (25,5 %), 13,4 % à l'écart terminal (14,4 %), 4,3 % à la croissance des dépenses, 2,0 % à l'inoccupation, 1,3 % à la rotation et moins de 0,5 % aux dépenses en capital. La somme des indices de premier ordre est 0,989 et les indices totaux n'excèdent les indices de premier ordre que de quelques millièmes : les interactions comptent pour environ 1 % de la variance et le modèle est, à cette précision, additif en ses intrants, ce que confirment le R^2 de 0,955 de la régression linéaire standardisée de la valeur sur les sept intrants (le complément à 0,989 tenant à la non-linéarité des effets propres, non aux interactions) et le gain massif de l'hypercube latin sur la moyenne. Les carrés des corrélations de Spearman donnent, pour un tel modèle, une approximation de S_i : 0,506 pour r, 0,238 pour g_m, 0,121 pour δ, 0,045 pour g_d, 0,021 pour v, hiérarchie et ordres de grandeur identiques. La corrélation de rang est l'outil qu'il faut retenir quand on ne dispose que d'une simulation ordinaire, sans échantillons appariés : elle coûte zéro évaluation supplémentaire et se lit directement sur les nuages de la figure 40.6.

Tableau 40.7. Sensibilité globale de la valeur du cas 3 : indices de Sobol de premier ordre et totaux ($N = 20\,000$ par matrice, 180 000 évaluations), corrélation de rang de Spearman et son carré (simulation de 10 000 tirages), amplitude de la tornade entre les quantiles 10 et 90 % (chapitre 47).

Intrant	S_i	S_{T_i}	ρ_S	ρ_S^2	Amplitude tornade ($)	Rang tornade
Taux d'actualisation r	0,528	0,535	−0,711	0,506	636 535	1
Croissance loyers de marché g_m	0,248	0,255	0,487	0,238	459 632	2
Écart terminal δ	0,134	0,144	0,347	0,121	320 404	3
Croissance des dépenses g_d	0,043	0,044	−0,211	0,045	185 540	4
Inoccupation et pertes v	0,020	0,019	−0,145	0,021	117 049	5
Rotation annuelle	0,013	0,015	0,062	0,004	90 738	7
Facteur CAPEX (groupe)	0,003	0,004	−0,044	0,002	92 066	6
Somme des S_i ; R^2 linéaire	0,989	—	—	0,955	—	—
Taux terminal $R_T = r - \delta$ (dérivé)	—	—	−0,782	0,611	—	—

Source : [données synthétiques] `sobol`, `correlations_rang`, `regression_standardisee` et `tornade` ; graines 20261031 (matrice $\mathbf{A}$, simulation) et 20261032 (matrice $\mathbf{B}$). Erreur type des indices de l'ordre de 0,01.

La tornade donne le même classement pour les trois premiers intrants et le même pour le quatrième et le cinquième ; elle inverse les deux derniers, mais leurs amplitudes sont si proches (92 066 $ et 90 738 $) que le classement est indifférent. L'accord entre sensibilité

locale et globale n'est pas une coïncidence : il tient à ce que le modèle est presque additif et que les bornes de la tornade sont les quantiles 10 et 90 des mêmes lois ; dans ces conditions, l'amplitude de la tornade est approximativement $2 \times 1{,}28\,\sigma_i\,|\partial g/\partial x_i|$ et son carré est proportionnel à V_i. Le tableau 40.7 fait apparaître une différence instructive là où la non-linéarité est forte : la rotation a une amplitude de tornade comparable au facteur CAPEX mais un carré de corrélation de rang cinq fois plus petit que l'indice de Sobol, parce que son effet est en escalier (nombre entier de logements relocalisés) et asymétrique (l'écart au marché se résorbe vite au-delà de 15 %), de sorte que la relation entre rotation et valeur est faible en rang bien que non nulle en variance. La différence entre S_i et S_{T_i} pour l'écart terminal, 0,010, la plus grande du tableau, signale l'interaction entre δ et r dans $1/(r-\delta)$: l'effet d'un écart terminal plus large est d'autant plus fort que le taux d'actualisation est bas, puisque le taux terminal s'approche alors de son plancher.

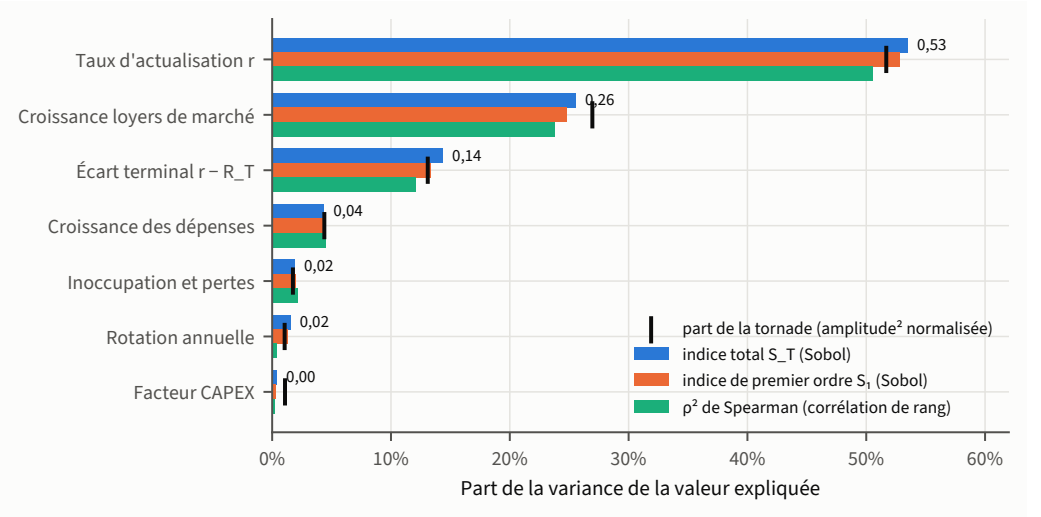


Figure 40.5. Sensibilité globale de la valeur du cas 3 : indices de Sobol totaux et de premier ordre, carré de la corrélation de rang de Spearman, et part de la tornade (amplitude au carré normalisée) pour les sept intrants. Les trois mesures s'accordent : le niveau des taux explique plus de la moitié de la variance, les trois premiers intrants en expliquent plus de 90 %.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch40_figures.py` ; `sobol` et `correlations_rang` de `ch40_montecarlo.py`.

La conclusion pour l'évaluateur est la même que celle du chapitre 47, mais elle est maintenant quantifiée et dégagée de l'arbitraire des bornes : plus des deux tiers de l'incertitude de la valeur par flux actualisés tiennent au niveau des taux (r et δ, 67,9 % de la variance à eux deux), le quart à la croissance des loyers de marché, et moins d'un dixième à tout ce qui relève de l'exploitation de l'immeuble. Réduire l'incertitude de la conclusion passe donc par un meilleur ancrage du taux d'actualisation, par des ventes comparables dont le TRI implicite est connu ou par la construction par primes du chapitre 30, bien avant qu'un relevé plus fin de l'état locatif ou des devis plus précis n'y changent quoi que ce soit. Inversement, le prêteur, dont la variable de décision est le ratio de couverture de première année, ne devrait se soucier que de l'inoccupation, seul intrant qui l'affecte (équation (40.16)) : les deux acteurs regardent le même immeuble et le même modèle, mais la hiérarchie des risques n'est pas la même selon la sortie considérée, et c'est l'analyse de sensibilité globale par sortie qui le

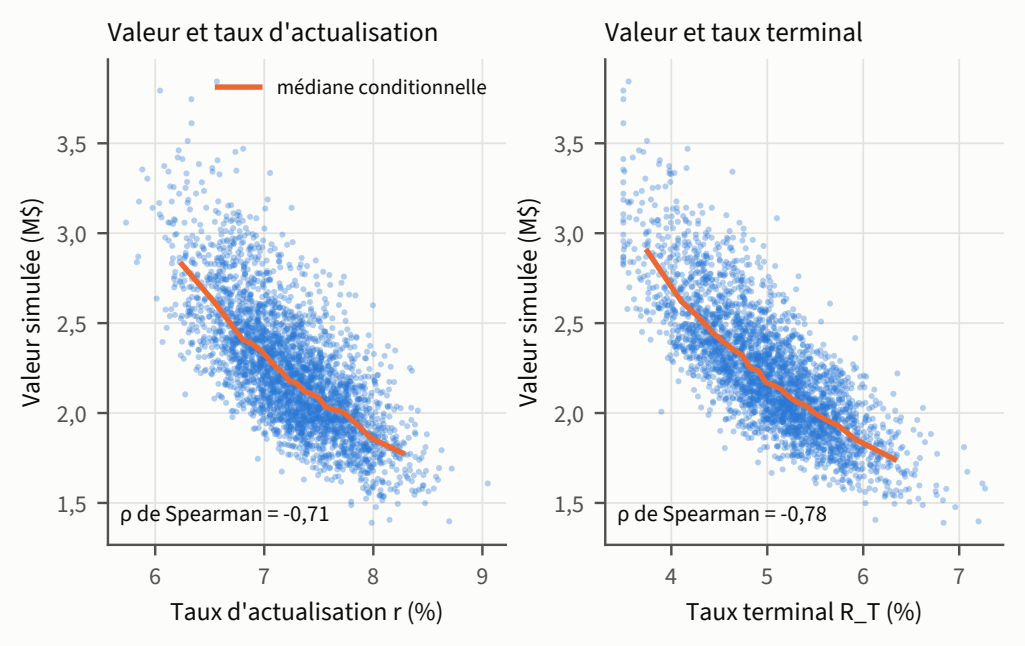


Figure 40.6. Nuages de 3 000 tirages de la valeur du cas 3 contre le taux d'actualisation (à gauche) et contre le taux terminal (à droite), avec la médiane conditionnelle par vingtiles. La relation est quasi linéaire et négative ; la dispersion autour de la médiane conditionnelle est la part de variance due aux autres intrants.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch40_figures.py`, graine 20261031.

révèle.

40.7 Exemple intégral : la simulation du cas 3 de bout en bout

Exemple 40.1 : Simulation de Monte-Carlo du DCF des douze logements de Montréal

Le dossier est celui des chapitres 30, 31 et 47 : revenu net normalisé de première année 89 956 $, projection sur dix ans, valeur déterministe 2 208 566 $, prêt de 1 475 959 $. La simulation se déroule en six étapes dont chaque chiffre est imprimé par `ch40_montecarlo.py`.

Étape 1 — lois et dépendances. Les sept lois du tableau 40.2 sont centrées sur les hypothèses de base ; le taux terminal est défini par $R_T = r - \delta$, ce qui induit une corrélation de 0,78 entre les deux taux (équation (40.9)) ; la croissance des loyers contractuels est fixe à 3,1 %.

Étape 2 — simulation. 10 000 tirages, graine 20261031, modèle vectorisé reproduisant la projection déterministe à 10^{-12} près. Résultats : médiane 2 191 608 $, moyenne 2 233 506 $, écart-type 350 443 $, quantiles 5 et 95 % 1 735 194 $ et 2 876 902 $, quartiles 1 984 237 $ et 2 432 866 $.

Étape 3 — erreur de Monte-Carlo. Erreur type de la médiane 4 135 $ (équation (40.11), densité au quantile $1{,}21 \times 10^{-6}$), des quantiles 5 et 95 % 4 756 $ et 10 621 $, de la moyenne

3 504 $, de la probabilité de bris de covenant 0,005. Les 300 répétitions confirment ces ordres de grandeur et situent la graine du traité à −2,9 erreurs types sur la médiane : la médiane de la population simulée est plus vraisemblablement voisine de 2 204 000 $.
Étape 4 — mesures de risque. $P(V < 2\,037\,503\,\$) = 30{,}9\,\%$, $P(V < 2\,000\,000\,\$) = 26{,}5\,\%$, $P(V < 2\,200\,000\,\$) = 51{,}2\,\%$; VaR 5 % 473 372 $ (21,4 %), CVaR 5 % 557 097 $ (25,2 %) par rapport à la valeur déterministe ; $P(RCD_1 < 1{,}20) = 49{,}4\,\%$ (valeur exacte 0,5), $P(RCD_1 < 1{,}00) = 0$ sur 10 000 (valeur exacte 2×10^{-5}), $P(RCD_6 < 1{,}20 \mid +200\text{ pb}) = 1{,}4\,\%$.
Étape 5 — sensibilité. Indices de Sobol : r 0,528, g_m 0,248, δ 0,134, g_d 0,043, v 0,020, rotation 0,013, CAPEX 0,003 ; somme 0,989, interactions négligeables ; même hiérarchie que la tornade du chapitre 47.
Étape 6 — stress tests calibrés. Le scénario de hausse des taux du chapitre 30 (−11,8 %) a une probabilité « au moins aussi défavorable » de 20,7 % ; la conjonction des sept quantiles défavorables à 90 % (−33,7 %) n'a qu'une probabilité de 0,13 % ; une inoccupation de 13,3 % ramènerait le ratio de couverture à 1,00 et un taux d'actualisation de 7,72 % ramènerait la valeur à deux millions.
Ce que le rapport doit dire. La valeur par flux actualisés de 2 208 566 $ s'accompagne d'un intervalle à 90 % de 1 735 000 $ à 2 877 000 $ sous des lois déclarées et centrées sur les hypothèses de base ; cette fourchette est d'abord une incertitude sur les taux de rendement exigés ; la probabilité que la valeur soit inférieure à l'indication par capitalisation directe est d'environ 31 % ; le prêt dimensionné au covenant de 1,20 a une chance sur deux de le franchir la première année, pour un écart généralement minime, et pratiquement aucune de ne plus couvrir le service de la dette. Chaque chiffre est reproductible avec la graine indiquée et porte une erreur type d'environ 4 000 $ pour les quantiles centraux et de 11 000 $ pour le quantile 95 %.

40.8 Agréger l'incertitude : un portefeuille de 48 immeubles

40.8.1 Pourquoi la corrélation entre immeubles est la question centrale

Lorsque l'objet de l'évaluation n'est plus un immeuble mais un portefeuille, la question n'est plus seulement « quelle est l'incertitude de chaque valeur ? » mais « comment ces incertitudes s'additionnent-elles ? ». La réponse dépend entièrement de la corrélation entre les valeurs des immeubles. Si $V_P = \sum_i V_i$ et que les V_i ont des écarts-types σ_i et des corrélations deux à deux ρ_{ij},

$$\operatorname{Var}(V_P) = \sum_i \sigma_i^2 + \sum_{i \neq j} \rho_{ij}\,\sigma_i \sigma_j,$$

$$\sigma_P = \sqrt{(1-\rho)\sum_i \sigma_i^2 + \rho\Big(\sum_i \sigma_i\Big)^2} \qquad \text{si } \rho_{ij} = \rho \text{ pour tout } i \neq j. \tag{40.20}$$

À un extrême, l'indépendance ($\rho = 0$) donne $\sigma_P = \sqrt{\sum \sigma_i^2}$, qui croît comme la racine du nombre d'immeubles alors que la valeur croît comme le nombre : l'incertitude relative du portefeuille s'évanouit, c'est la diversification. À l'autre extrême, la corrélation parfaite ($\rho = 1$) donne $\sigma_P = \sum \sigma_i$: aucune diversification, le portefeuille est aussi incertain que la

somme de ses parties. Le rapport $\sigma_P / \sum \sigma_i$, que nous appelons **ratio de diversification**, mesure où l'on se situe entre ces extrêmes. Or les valeurs d'immeubles d'une même région dépendent des mêmes taux, du même marché du travail et du même marché locatif ; des immeubles de régions différentes partagent les taux d'intérêt nationaux et la conjoncture, mais moins. La structure de corrélation pertinente est donc hiérarchique : forte à l'intérieur d'une région métropolitaine, modérée entre régions.

40.8.2 Un modèle factoriel à deux niveaux

La façon la plus économe de produire une telle structure est le modèle factoriel. Pour l'immeuble i de la région $k(i)$, on écrit le choc normalisé qui frappe une grandeur (revenu net ou taux de capitalisation) comme

$$e_i = \sqrt{\rho_{\text{prov}}}\, Z_0 + \sqrt{\rho_{\text{rmr}} - \rho_{\text{prov}}}\, Z_{k(i)} + \sqrt{1 - \rho_{\text{rmr}}}\, \varepsilon_i, \qquad 0 \le \rho_{\text{prov}} \le \rho_{\text{rmr}} \le 1, \tag{40.21}$$

où Z_0 est un facteur commun à toute la province, Z_k un facteur propre à la région k et ε_i un bruit propre à l'immeuble, tous normaux centrés réduits et indépendants. On vérifie immédiatement que $\operatorname{Var}(e_i) = \rho_{\text{prov}} + (\rho_{\text{rmr}} - \rho_{\text{prov}}) + (1 - \rho_{\text{rmr}}) = 1$, que $\operatorname{Cov}(e_i, e_j) = \rho_{\text{prov}} + (\rho_{\text{rmr}} - \rho_{\text{prov}}) = \rho_{\text{rmr}}$ si les deux immeubles sont dans la même région, et $\operatorname{Cov}(e_i, e_j) = \rho_{\text{prov}}$ sinon, les termes croisés s'annulant par indépendance. Deux paramètres suffisent donc à décrire toute la matrice de corrélation de 48 immeubles, et ils ont une interprétation directe. La fonction `simuler_portefeuille` du script du chapitre, écrite pour être réutilisée au chapitre 48, applique ce modèle au portefeuille du cas 4 sur un horizon d'un an : le revenu net de chaque immeuble devient $RNE_i' = RNE_i \exp(g_i + \sigma_{g,i}\, e_i)$, avec la croissance tendancielle g_i et la volatilité annualisée $\sigma_{g,i}$ estimées sur la série trimestrielle 2016-2026 de l'immeuble par `traite.cas4.croissance_rne` (médiane des $\sigma_{g,i}$: 3,2 %) ; le taux de capitalisation devient $R_i' = R_i + \sigma_R\, u_i$, avec $\sigma_R = 50$ pb comme pour le taux d'actualisation du cas 3 et u_i un second jeu de facteurs de même structure ; la valeur est $V_i' = RNE_i' / R_i'$. Les paramètres de corrélation retenus, $\rho_{\text{prov}} = 0{,}30$ et $\rho_{\text{rmr}} = 0{,}60$, sont des hypothèses pédagogiques déclarées, dont la section 40.8 même montre l'effet en les faisant varier ; leur estimation sur des séries régionales d'indices est l'objet des chapitres 35 et 36. Le ratio de couverture de chaque immeuble est RNE_i' / SD_i, le service de la dette étant calculé sur la dette et le taux déclarés avec un amortissement de 40 ans, comme au cas 3, et les prêts dont le terme échoit d'ici 2028 (23 immeubles sur 48) étant renouvelés à +200 points de base, stress déterministe superposé à la simulation.

40.8.3 Résultats

Le tableau 40.8 et la figure 40.7 comparent trois structures de corrélation pour deux niveaux de choc sur le revenu. Le portefeuille vaut 143 363 000 $ au rôle des valeurs 2026 et 147 936 000 $ à un an par simple application des croissances tendancielles ; c'est cette seconde valeur qui sert de référence aux mesures de risque. Sous la structure régionale de base, la valeur simulée a un écart-type de 10 295 000 $, un quantile 5 % de 133 872 000 $, une VaR 5 % de 14 064 000 $ (9,5 %) et une CVaR 5 % de 17 389 000 $; la somme des écarts-types individuels est de 16 007 000 $, de sorte que le ratio de diversification vaut 0,643. Sous l'indépendance, l'écart-type tombe à 3 207 000 $ et la VaR à 3 495 000 $ (2,4 %) : le portefeuille paraît quatre fois moins risqué, et c'est l'erreur que commet quiconque simule 48 immeubles sans corrélation. Sous la corrélation parfaite, l'écart-type est de 15 931 000 $ et la VaR de

21 440 000 $ (14,5 %), soit le risque d'un seul grand immeuble. Le ratio de diversification de 0,643 dit que les trois quarts de l'incertitude du portefeuille sont systématiques et qu'un quart seulement est diversifié par la répartition entre six régions ; la part de Montréal, qui pèse 45 % de la valeur et dont le facteur régional domine, limite ce gain.

Tableau 40.8. Portefeuille du cas 4 (48 immeubles, six RMR) à un an sous trois structures de corrélation et deux chocs sur le revenu net ; valeur de référence 147 936 000 $; prêts échéant d'ici 2028 renouvelés à +200 pb ; 10 000 tirages, graine 20261031. $n_{<1,20}$ et $n_{<1}$: nombre d'immeubles dont le RCD est inférieur à 1,20 et à 1,00.

Structure (ρ_{prov} ; ρ_{rmr})	σ_P (M$)	VaR_5 (M$)	CVaR_5 (M$)	Div.	$\mathrm{E}[n_{<1,2}]$	$\mathrm{E}[n_{<1}]$	$q_{95}(n_{<1})$	$\mathrm{P}(n_{<1}>10)$ (%)
Choc de revenu estimé sur 2016-2026 ($\sigma_{g,i}$ médian 3,2 %, croissance tendancielle g_i)								
Indépendance (0 ; 0)	3,2	3,5	4,6	0,201	10,2	4,9	6	0,0
Régionale (0,30 ; 0,60)	10,3	14,1	17,4	0,643	10,2	4,9	6	0,0
Parfaite (1 ; 1)	15,9	21,4	26,2	0,998	10,2	4,9	6	0,0
Choc de revenu de type récession ($\sigma_g = 10$ % pour tous, $g_i = 0$)								
Indépendance (0 ; 0)	4,1	4,3	5,9	0,196	10,7	5,9	8	0,0
Régionale (0,30 ; 0,60)	13,2	18,1	22,5	0,634	10,7	5,9	10	1,9
Parfaite (1 ; 1)	20,8	28,2	34,7	0,997	10,7	5,9	11	5,1

Source : [données synthétiques] `simuler_portefeuille` et `comparer_structures_correlation` de `ch40_montecarlo.py` ; données `cas4_portefeuille.csv` et `cas4_portefeuille_series.csv`. Sans choc, 5 immeubles ont un RCD inférieur à 1,20 et 1 inférieur à 1,00 ; le renouvellement à +200 pb des 23 prêts échéant d'ici 2028 porte ces nombres à environ 10 et 5. Le quantile 95 % de $n_{<1,20}$ est de 11 sous le premier choc et de 13 à 14 sous le second.

Le second enseignement du tableau concerne les covenants. Le nombre *moyen* d'immeubles dont le ratio de couverture passe sous 1,20 est le même, 10,2, quelle que soit la structure de corrélation : l'espérance d'une somme d'indicatrices est la somme des probabilités marginales, et la corrélation n'y change rien. Ce que la corrélation change, c'est la *dispersion* de ce nombre, donc la probabilité que beaucoup d'immeubles soient en difficulté en même temps, qui est le vrai risque d'un prêteur de portefeuille. Avec le choc de revenu estimé sur l'historique, trop faible pour que la corrélation se voie, les quantiles 95 % du nombre de bris sont identiques ; avec un choc de type récession ($\sigma_g = 10$ %), le quantile 95 % du nombre d'immeubles sous 1,00 passe de 8 sous l'indépendance à 10 sous la corrélation régionale et 11 sous la corrélation parfaite, et la probabilité que plus de dix immeubles ne couvrent plus leur dette passe de 0 à 1,9 % puis 5,1 %. C'est la propriété que l'équation (40.20) énonce pour la valeur, transposée à un comptage : la corrélation déplace la masse de probabilité vers les queues sans changer la moyenne. Le portefeuille lui-même ne manque jamais de couvrir sa dette agrégée (ratio médian 1,41 après renouvellements), mais les covenants sont contractés immeuble par immeuble, et c'est la queue du comptage qui gouverne le nombre de dossiers qu'il faudra renégocier.

La fonction

```
simuler_portefeuille(pf, n, graine, sigma_R, rho_rmr, rho_prov, croissance,
```

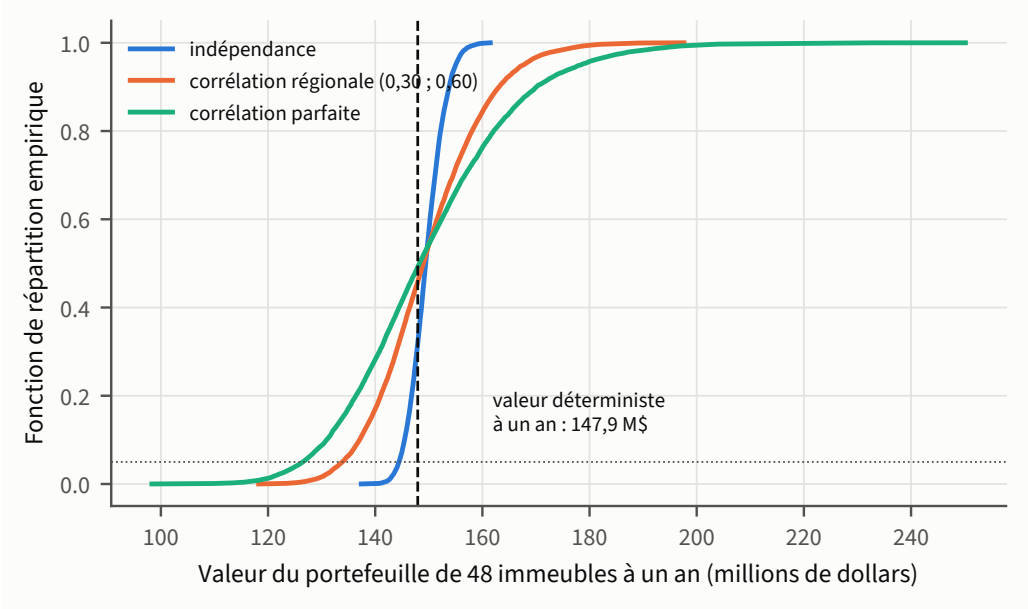


FIGURE 40.7. Fonction de répartition de la valeur du portefeuille du cas 4 à un an sous trois structures de corrélation entre immeubles ; la valeur déterministe est le trait tireté et la ligne pointillée marque le niveau 5 %. La corrélation régionale multiplie par trois l'écart-type par rapport à l'indépendance ; la corrélation parfaite le multiplie par cinq.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch40_figures.py` ; `simuler_portefeuille` de `ch40_montecarlo.py`, graine 20261031.

```
    choc_taux_renouvellement, horizon_renouvellement, amortissement_mois,
                                  seuil_rcd)
```

retourne les valeurs simulées de chaque immeuble, la valeur du portefeuille, les ratios de couverture et un dictionnaire de statistiques (médiane, quantiles, VaR, CVaR, ratio de diversification, comptages de bris et leurs quantiles, ratio de couverture agrégé). Le chapitre 48 l'appellera avec les paramètres de corrélation estimés et des scénarios régionaux de taux ; le chapitre 43 pourra y ajouter un facteur de risque environnemental propre aux immeubles en zone inondable, puisque la structure factorielle de l'équation (40.21) s'étend sans difficulté à un troisième niveau. La contrainte d'ordre $\rho_{\text{prov}} \leq \rho_{\text{rmr}}$ est vérifiée par la fonction ; la positivité de la matrice de corrélation est garantie par construction, ce qui est l'avantage décisif du modèle factoriel sur une matrice de corrélation saisie à la main, rarement définie positive au-delà de quelques immeubles.

Erreurs fréquentes

- **Confondre la moyenne simulée et la valeur.** La moyenne de la valeur simulée (2 233 506 $) dépasse la médiane (2 191 608 $) et la valeur déterministe (2 208 566 $) par convexité ; rapporter la moyenne comme « la valeur » introduit un biais à la hausse qui n'a aucune signification économique. La médiane, ou la valeur déterministe assortie de l'intervalle, sont les résumés à retenir.
- **Décentrer les lois.** Une loi dont la médiane n'est pas l'hypothèse de base simule un autre scénario, pas l'incertitude autour du scénario retenu ; l'exercice 40.1 et l'exercice 47.7 en mesurent l'effet (médiane d'inoccupation à 6 % : valeur médiane en baisse de 83 000 $ et probabilité de bris de covenant portée à 93 %).
- **Tirer les intrants indépendamment.** Le taux d'actualisation et le taux terminal, la croissance des loyers et l'inoccupation, la croissance des dépenses et celle des loyers sont liés ; les tirer indépendamment fausse la variance de la valeur. Une relation structurelle ($R_T = r - \delta$) ou une copule gaussienne (équation (40.8)) résout le problème ; il faut en calculer la corrélation implicite et la discuter.
- **Publier des chiffres sans erreur de Monte-Carlo ni graine.** Une médiane simulée à 2 191 608 $ a une erreur type de 4 100 $; une probabilité de 49,4 % a une erreur type d'un demi-point ; un quantile 95 % a une erreur type de 11 000 $. Sans graine, le résultat n'est pas reproductible ; sans erreur type, deux simulations qui diffèrent de 10 000 $ semblent contradictoires alors qu'elles sont compatibles.
- **Prendre « zéro tirage » pour « impossible ».** Aucun des 10 000 tirages ne met le ratio de couverture sous 1,00 ; la probabilité exacte sous les lois déclarées est de 2×10^{-5}, soit un cas sur cinquante mille, et la queue de la loi log-normale au-delà de 13 % d'inoccupation n'a jamais été observée. Les événements rares se calculent ou s'échantillonnent préférentiellement ; ils ne se lisent pas dans une simulation ordinaire.
- **Empiler les hypothèses défavorables.** Porter sept intrants à leur quantile 90 % donne une baisse de 33,7 % dont la probabilité est de 0,13 % : ce n'est pas un « pire cas raisonnable », c'est un événement rarissime présenté comme un scénario. La simulation sert précisément à calibrer la sévérité des stress tests.
- **Simuler un portefeuille sans corrélation entre immeubles.** L'écart-type de

la valeur du portefeuille du cas 4 est trois fois plus grand sous une corrélation régionale modérée que sous l'indépendance ; la VaR l'est quatre fois. L'indépendance est l'hypothèse la plus optimiste qui soit, et la moins défendable.

– **Lire les indices de Sobol sur des intrants corrélés.** La décomposition de l'équation (40.17) exige l'indépendance ; il faut travailler sur les facteurs de base (r et δ), non sur les grandeurs dérivées (r et R_T).

Limites et mises en garde

La simulation de Monte-Carlo ne crée pas d'information : elle propage l'incertitude déclarée des intrants vers la sortie, et sa valeur est celle des lois qu'on lui donne. Les lois du cas 3 sont des hypothèses pédagogiques, centrées sur un scénario lui-même synthétique ; leurs dispersions sont justifiées par des ordres de grandeur (observations SCHL de 2023 à 2025 pour l'inoccupation, écarts-types de 50 pb et 40 pb pour les taux) et non estimées sur des séries longues, et les corrélations autres que celle entre r et R_T sont supposées nulles. Les queues des lois, qui gouvernent la VaR et la CVaR, sont la partie la moins vérifiable du dispositif : la probabilité de 2×10^{-5} d'une inoccupation supérieure à 13 % est une propriété de la loi log-normale, pas un fait de marché. Les paramètres de corrélation du portefeuille (0,30 et 0,60) ne sont pas estimés ; l'amortissement de 40 ans et le renouvellement à +200 points de base des prêts du cas 4 sont des hypothèses déclarées faute de données sur les prêts individuels. Le modèle simulé reprend les simplifications du chapitre 30 : relocation intégrale au loyer de marché, sans tenir compte de la faculté du nouveau locataire de demander la fixation du loyer (chapitre 34), CAPEX fictifs, fiscalité hors champ. Aucune enquête publique ne documente la distribution des taux d'actualisation du multirésidentiel québécois, ce qui prive la loi de r, pourtant dominante dans la variance, de tout ancrage empirique direct. Enfin, la simulation décrit l'incertitude *conditionnelle au modèle* : elle ne dit rien de l'incertitude sur la forme du modèle lui-même, par exemple sur la pertinence d'un taux terminal constant, que seule la comparaison de modèles (chapitre 20) peut éclairer.

À retenir

– La simulation de Monte-Carlo tire conjointement les intrants d'un DCF dans des lois déclarées et centrées sur le scénario de base, recalcule la valeur pour chaque tirage et décrit la distribution obtenue ; elle complète, sans les remplacer, la tornade et les scénarios en leur attachant des probabilités.
– Quatre lois suffisent : normale (croissances, taux), log-normale (inoccupation, facteurs de coût ; moyenne $= m\,e^{\sigma_{\ln}^2/2} >$ médiane), triangulaire et bêta-PERT (trois valeurs d'expert, la PERT étant plus concentrée). Les paramètres se déduisent de quantiles élicités (équation (40.6)).
– Les dépendances se modélisent par relation structurelle ou par copule gaussienne construite par Cholesky ; $R_T = r - \delta$ induit $\rho(r, R_T) = \sigma_r / \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_\delta^2} = 0{,}78$ dans le cas 3.

- L'erreur de Monte-Carlo décroît en $N^{-1/2}$; pour un quantile, $\mathrm{se}(\hat{q}_p) = \sqrt{p(1-p)/N}/f(q_p)$: à $N = 10\,000$, 4 100 $ sur la médiane, 11 000 $ sur le quantile 95 %, un demi-point sur une probabilité. La graine du traité est une réalisation à $-2{,}9$ erreurs types sur la médiane ; on le déclare, on ne change pas de graine.
- L'hypercube latin stratifie chaque marginale ; il divise la variance de la moyenne par 105 sur le cas 3 (modèle quasi additif) mais ne gagne qu'un facteur 1,4 à 2,8 sur les quantiles.
- VaR 5 % de 473 372 $ (21,4 %) et CVaR 5 % de 557 097 $ (25,2 %) par rapport à la valeur déterministe ; $P(RCD_1 < 1{,}20) = 0{,}5$ exactement (prêt calibré au seuil, médiane de l'inoccupation), $P(RCD_1 < 1) = 2 \times 10^{-5}$; $P(RCD_6 < 1{,}20 \mid +200\ \text{pb}) = 1{,}4\,\%$. Un covenant probabiliste à 10 % exige un ratio de base de 1,24.
- Un stress test déterministe reçoit sa probabilité par la fonction de répartition simulée : hausse des taux du chapitre 30, une chance sur cinq ; sept quantiles défavorables empilés, une chance sur 750.
- Les indices de Sobol attribuent 53 % de la variance de la valeur au taux d'actualisation, 25 % à la croissance des loyers de marché, 13 % à l'écart terminal, moins de 10 % à l'exploitation ; interactions $\approx 1\,\%$; même hiérarchie que la tornade et que ρ_S^2.
- En portefeuille, la corrélation entre immeubles gouverne tout : modèle factoriel à deux niveaux (équation (40.21)), ratio de diversification de 0,64 sous corrélation régionale (0,30 ; 0,60) contre 0,20 sous indépendance ; la corrélation ne change pas le nombre moyen de bris de covenant mais épaissit la queue de leur comptage.

Exercices

Exercice 40.1 — Élicitation d'une loi log-normale ★

Un gestionnaire d'immeubles estime qu'il n'y a qu'une chance sur vingt que l'inoccupation et les pertes d'un immeuble de Rosemont soient inférieures à 2,4 % et une chance sur vingt qu'elles dépassent 6,3 %. Déduisez-en les paramètres d'une loi log-normale par l'équation (40.6), puis calculez sa moyenne, son écart-type et la probabilité que l'inoccupation dépasse 5 %. Comparez à la loi retenue au cas 3 (médiane 3,9 %, $\sigma_{\ln} = 0{,}30$) et expliquez pourquoi la moyenne diffère de la médiane.

Exercice 40.2 — Triangulaire ou bêta-PERT ★

La rotation annuelle du cas 3 est tirée dans une loi triangulaire de paramètres (0,08 ; 0,15 ; 0,25). Calculez sa moyenne, son écart-type et ses quantiles 5 et 95 % par l'équation (40.4), puis les paramètres α et β, la moyenne, l'écart-type et les mêmes quantiles de la loi bêta-PERT construite sur les trois mêmes valeurs (équation (40.5), $\lambda = 4$). Laquelle des deux lois donne le plus de poids aux rotations supérieures à 20 % ? Dans quel cas ce choix importerait-il pour la valeur, compte tenu du tableau 40.7 ?

Exercice 40.3 — Nombre de tirages requis ★★

Pour le cas 3, l'erreur type de la médiane simulée à $N = 10\,000$ est de 4 135 \$ et la densité de la valeur à la médiane de $1{,}21 \times 10^{-6}$ par dollar. Par l'équation (40.12), combien de tirages faut-il pour que l'intervalle de confiance à 95 % de la médiane ait une demi-largeur de 5 000 \$? de 1 000 \$? Combien pour estimer une probabilité voisine de 0,5 à un point de pourcentage près ? à un demi-point ? Commentez le rapport entre ces effectifs et la précision avec laquelle les lois des intrants sont elles-mêmes connues.

Exercice 40.4 — Copule gaussienne à la main ★★

On veut tirer le taux d'actualisation $r \sim \mathcal{N}(0{,}0725; 0{,}005^2)$ et le taux terminal $R_T \sim \mathcal{N}(0{,}05; 0{,}0064^2)$ avec une corrélation de 0,78. Écrivez la matrice de Cholesky $\mathbf{L}$ de l'équation (40.7), vérifiez que $\mathbf{L}\mathbf{L}^{\mathsf{T}}$ redonne la matrice de covariance, puis, pour les deux tirages normaux centrés réduits $(\varepsilon_1, \varepsilon_2) = (1{,}2; -0{,}5)$, calculez (r, R_T). Quelle corrélation de Spearman cette copule induit-elle (équation (40.8)) ? Montrez enfin que la construction $R_T = r - \delta$ du cas 3 est un cas particulier de cette copule et retrouvez $\rho = 0{,}78$.

Exercice 40.5 — VaR, CVaR et approximation normale ★★★

À partir des 10 000 valeurs simulées du cas 3 (script `ch40_montecarlo.py`, fonction `monte_carlo`), calculez la VaR et la CVaR au niveau 10 % par rapport à la valeur déterministe de 2 208 566 \$, puis les mêmes mesures sous l'hypothèse que la valeur suit une loi normale de même moyenne et de même écart-type (équation (40.15)). Expliquez le signe de l'écart par la forme de la distribution simulée. Quelle mesure un prêteur qui garantit 75 % de la valeur devrait-il regarder, et pourquoi la CVaR est-elle préférable à la VaR pour agréger le risque de plusieurs prêts ?

Exercice 40.6 — Incertitude doublée sur le taux d'actualisation ★★★

Reprenez la simulation du cas 3 avec la même graine en portant l'écart-type du taux d'actualisation de 50 à 100 points de base, toutes autres lois inchangées (la construction $R_T = r - \delta$ étant maintenue). Rapportez la médiane, l'écart-type, le coefficient de variation, l'intervalle à 90 % et la probabilité que la valeur soit inférieure à deux millions de dollars ; comparez à la simulation de base. Pourquoi la médiane bouge-t-elle à peine alors que l'écart-type augmente de plus de moitié ? Quelle part de la variance l'indice de Sobol du taux d'actualisation devrait-il désormais représenter, approximativement, si le modèle est additif ? Rédigez en 150 mots la phrase du rapport qui présente ce résultat à un client.

Pour aller plus loin

Les deux articles fondateurs de la simulation en immobilier restent lisibles et instructifs : Pyhrr (1973) construit le premier modèle de simulation du risque d'un investissement immobilier et discute déjà l'élicitation des lois et la corrélation entre intrants, et Wofford (1978) transpose l'approche à l'évaluation en remplaçant la valeur ponctuelle par une distribution. La renaissance du sujet doit beaucoup à French et Gabrielli (2004), qui posent le problème de l'incertitude de l'évaluation et de sa communication, puis à French et Gabrielli (2005), qui proposent un DCF à intrants probabilistes élicités auprès de l'évaluateur ; Hoesli et al. (2006) offrent la mise en œuvre la plus complète, avec des lois calibrées sur des séries de marché et un taux d'actualisation lié aux taux sans risque, et signalent le biais de convexité. Byrne (1996) traite du risque et de la décision en développement immobilier, où la méthode résiduelle amplifie l'incertitude des intrants, et constitue le meilleur pont vers le chapitre 41. Pour les déterminants des taux de capitalisation et la justification d'une forte corrélation entre taux d'actualisation et taux terminal, Sivitanidou et Sivitanides (1999) et Chervachidze et Wheaton (2013) sont les références empiriques, et Duca et Ling (2020) analysent les chocs de prime de risque sur les marchés commerciaux. Le traitement général de l'analyse d'investissement immobilier sous incertitude, avec sensibilité, scénarios et simulation, se trouve chez Baum et al. (2021) et chez Geltner et al. (2014). Enfin, Gelman et al. (2013) fournit le cadre bayésien dans lequel la simulation de ce chapitre s'interprète comme une distribution prédictive, lien que le chapitre 39 développe.

PARTIE VIII

Évaluations particulières

CHAPITRE 41

41

Plus haute et meilleure utilisation, terrains et développement

Toute valeur marchande est la valeur d'un usage. Lorsqu'un évaluateur conclut qu'une maison vaut 600 000 $, il affirme implicitement que l'usage le plus profitable de ce terrain et de ce bâtiment est celui qu'en fait son occupant ; lorsqu'un promoteur paie pour la même maison un prix supérieur à cette valeur, c'est qu'il voit dans le terrain un usage que la maison empêche. L'analyse de la plus haute et meilleure utilisation est la discipline qui rend cette affirmation explicite, qui la soumet à quatre tests ordonnés et qui en tire la méthode d'évaluation appropriée. Elle est, dans la pratique nord-américaine, la charnière entre la description du bien et son évaluation, et elle devient décisive dès que le terrain est vacant, que le bâtiment est en fin de vie ou que le zonage permet davantage que ce qui est bâti. Le présent chapitre en pose les définitions et l'ordre, distingue l'analyse du terrain réputé vacant de celle du bien amélioré, dérive la méthode résiduelle de développement avec son calendrier et son financement, puis introduit l'option réelle de redéveloppement, c'est-à-dire la valeur qu'a, pour un propriétaire, le droit d'attendre avant de démolir. L'exemple intégral reprend le terrain de 620 m² du sujet du cas 1 et confronte quatre usages, dont trois exigent la démolition de la maison ; il conclut à la plus haute et meilleure utilisation du terrain vacant et du bien amélioré, mesure la valeur de l'option d'attente et montre à quelles hypothèses ces conclusions sont sensibles. Le chapitre 8 a fourni la lecture juridique du zonage et le chapitre 25 les méthodes d'évaluation du terrain ; le présent chapitre les suppose acquis et y renvoie.

Objectifs pédagogiques

- Définir la plus haute et meilleure utilisation, énoncer les quatre tests dans l'ordre et expliquer pourquoi cet ordre n'est pas interchangeable.
- Distinguer l'analyse du terrain réputé vacant de celle du bien amélioré, et formuler la condition sous laquelle la démolition d'un bâtiment est économiquement justifiée.
- Dériver la méthode résiduelle de développement avec calendrier, financement intérimaire, marge du promoteur et contribution pour fins de parcs, et en montrer l'effet de levier.

- Construire un arbre binomial à deux périodes pour évaluer l'option de redéveloppement et interpréter la probabilité risque-neutre, la frontière d'exercice et la valeur de l'attente.
- Dériver, dans une version simplifiée, le seuil de développement de Capozza et Helsley et la prime d'irréversibilité qu'il contient.
- Conduire l'analyse complète sur un terrain résidentiel québécois, conclure et documenter la sensibilité de la conclusion aux prix de sortie, aux coûts, à la marge et au délai.

41.1 La plus haute et meilleure utilisation : définition et quatre tests

41.1.1 Un principe devenu procédure

Le chapitre 1 a présenté la plus haute et meilleure utilisation comme l'un des sept principes de l'évaluation, celui qui affirme que la valeur se mesure pour l'usage optimal, non pour l'usage actuel (section 1.3). Le présent chapitre en fait une procédure. La pratique nord-américaine, codifiée par l'Appraisal Institute, définit la **plus haute et meilleure utilisation** (PHMU, *highest and best use*) comme l'usage raisonnablement probable et légalement permis d'un terrain vacant ou d'une propriété améliorée, physiquement possible, adéquatement supporté par le marché, financièrement faisable et qui produit la valeur la plus élevée (Appraisal Institute 2026). Les Normes internationales d'évaluation en donnent une formulation plus courte : la plus haute et meilleure utilisation est « l'usage qui, du point de vue d'un participant au marché, produirait la valeur la plus élevée pour un actif » (International Valuation Standards Council 2025, IVS 102, annexe A90.01, traduction de l'auteur). Les deux définitions se rejoignent sur trois points que la suite du chapitre développe : l'usage est jugé du point de vue du marché et non du propriétaire, il doit être *probable* et non seulement imaginable, et il se mesure par la valeur qu'il confère au bien.

Définition 41.1 : Plus haute et meilleure utilisation

La plus haute et meilleure utilisation d'un bien immobilier est l'usage, parmi ceux qui sont légalement permis, physiquement possibles et financièrement faisables à la date d'évaluation, qui lui confère la valeur la plus élevée. Pour un terrain réputé vacant, elle désigne l'usage qui maximise la valeur du terrain ; pour un bien amélioré, elle désigne l'usage qui maximise la valeur de l'ensemble du terrain et des constructions, compte tenu du coût de transformer ou de démolir celles-ci.

La définition porte une conséquence méthodologique immédiate : la valeur marchande d'un bien est le maximum, sur l'ensemble $\mathcal{U}$ des usages admissibles, des valeurs qu'il aurait sous chacun d'eux,

$$V = \max_{u \in \mathcal{U}} V(u), \qquad \mathcal{U} = \{u \,:\, u \text{ permis, possible et faisable}\}, \tag{41.1}$$

et les trois premiers tests servent à construire l'ensemble $\mathcal{U}$ tandis que le quatrième, la productivité maximale, désigne l'élément qui réalise le maximum. L'équation (41.1) explique pourquoi l'analyse précède le choix des méthodes : la comparaison, le coût et le revenu

mesurent $V(u)$ pour un usage donné, et c'est la PHMU qui dit lequel. Un évaluateur qui compare une maison ancienne à d'autres maisons anciennes mesure $V(\text{maison})$; si le terrain vaut davantage pour un triplex que la maison entière, cette mesure n'est pas la valeur marchande. L'équation (16.1) du chapitre 16 définissait la valeur comme l'espérance du prix conditionnellement aux caractéristiques du bien ; la PHMU ajoute que l'usage fait partie de ces caractéristiques et qu'il n'est pas donné, mais choisi par l'acheteur le plus probable.

L'usage le plus probable dans la Loi sur la fiscalité municipale

Le droit québécois de l'évaluation foncière n'emploie pas l'expression « plus haute et meilleure utilisation », mais il en contient l'idée. La valeur réelle d'une unité d'évaluation est sa valeur d'échange sur un marché libre et ouvert à la concurrence, et la loi précise qu'elle tient compte de « l'utilisation qui peut le plus probablement en être faite » (Québec 1979b, art. 43 par. 2°). L'article 46 ajoute que cette utilisation la plus probable s'apprécie à la date de référence du rôle, qu'après un événement visé à l'article 174 elle est « celle qui découle de l'état de l'unité », et que l'état de l'unité comprend sa situation juridique, donc son zonage, ses servitudes et les restrictions qui pèsent sur elle (Québec 1979b, art. 46 al. 1 à 3) ; l'imposition ou la levée d'une restriction juridique aux utilisations possibles est d'ailleurs un motif de modification du rôle (Québec 1979b, art. 174 par. 19°). Le mot « probable » est le même que dans la pratique professionnelle et il appelle la même discipline : un usage n'est probable que s'il franchit les tests qui suivent. Le chapitre 9 traite de la contestation d'une valeur au rôle fondée sur un usage que le contribuable juge improbable ; le chapitre 8 a montré que le premier de ces tests se lit dans les règlements d'urbanisme (texte de la loi à jour au 15 octobre 2026, consulté le 31 octobre 2026).

41.1.2 Les quatre tests et leur ordre

Les quatre tests s'appliquent dans un ordre qui n'est pas une convention d'exposition, mais une logique de filtrage : chacun suppose que le précédent est franchi, et le coût d'analyse croît d'un test à l'autre. Il serait absurde de chiffrer la faisabilité financière d'un immeuble de six logements sur un lot zoné unifamilial avant d'avoir établi qu'un tel immeuble pourrait y être autorisé, et tout aussi absurde de comparer la productivité de deux usages dont l'un n'est pas faisable. Le tableau 41.1 énonce les quatre tests, la question que chacun pose, les sources qui permettent d'y répondre au Québec et ce qu'un échec signifie ; la figure 41.1 les ordonne.

Le premier test, **légalement permis**, a occupé le chapitre 8 et il n'y a pas lieu d'y revenir en détail. Deux rappels suffisent. Le mot « permis » couvre une gradation de certitudes : l'usage autorisé de plein droit par la grille, l'usage dérogatoire protégé par droits acquis, l'usage qu'une autorisation discrétionnaire pourrait permettre et l'usage qu'une modification réglementaire rendrait possible ; seule la première situation franchit le test sans réserve, les autres introduisent une probabilité et un délai que l'équation (8.9) a formalisés. Ensuite, la légalité ne se limite pas au zonage : une servitude de non-construction, une clause restrictive de titre, un avis de contamination inscrit au registre foncier ou l'appartenance à une zone inondable ferment des usages que la grille autoriserait. Le test est donc une lecture croisée du règlement, du titre et des registres publics, datée et consignée au rapport.

Tableau 41.1. Les quatre tests de la plus haute et meilleure utilisation, dans l'ordre

Test	Question	Sources au Québec	Si le test échoue
1. Légalement permis	L'usage est-il autorisé de plein droit, par droits acquis, par autorisation discrétionnaire, ou raisonnablement probable au terme d'une modification ?	Règlements de zonage, de lotissement et de construction (LAU, art. 113, 115, 118) ; PIIA, PPCMOI, dérogation mineure (art. 145.1 à 145.37) ; zone agricole (LPTAA, art. 26) ; servitudes et restrictions de titre ; terrains contaminés (LQE, art. 31.53) ; zones inondables	L'usage est écarté, sauf si un changement est probable : il est alors pondéré par sa probabilité et son délai (section 8.6)
2. Physiquement possible	La superficie, la forme, la topographie, le sol, les services et l'accès permettent-ils de bâtir ce que l'usage exige ?	Certificat de localisation, relevé topographique, étude géotechnique, plans des réseaux, enveloppe constructible après marges, stationnement	L'usage est écarté ou réduit (moins de logements, moins de plancher)
3. Financièrement faisable	L'usage produit-il une valeur qui excède le coût de le réaliser, y compris le terrain, le financement et la rémunération du risque ?	Méthode résiduelle de développement (section 41.3) ; pour un immeuble de revenu, revenu net suffisant pour rémunérer le capital (chapitre 29)	L'usage est écarté ; un résidu positif mais inférieur au prix du terrain signale que l'acheteur type n'est pas celui que l'on suppose
4. Maximalement productif	Parmi les usages faisables, lequel confère au terrain, ou à l'ensemble, la valeur la plus élevée ?	Comparaison des valeurs résiduelles ou des valeurs de l'ensemble, avec des marges cohérentes avec l'acheteur type de chaque usage	Sans objet : le test désigne un usage ; une égalité approximative appelle la conformité au voisinage et le marché des terrains comme arbitres

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026) et les textes législatifs cités (à jour au 15 octobre 2026).

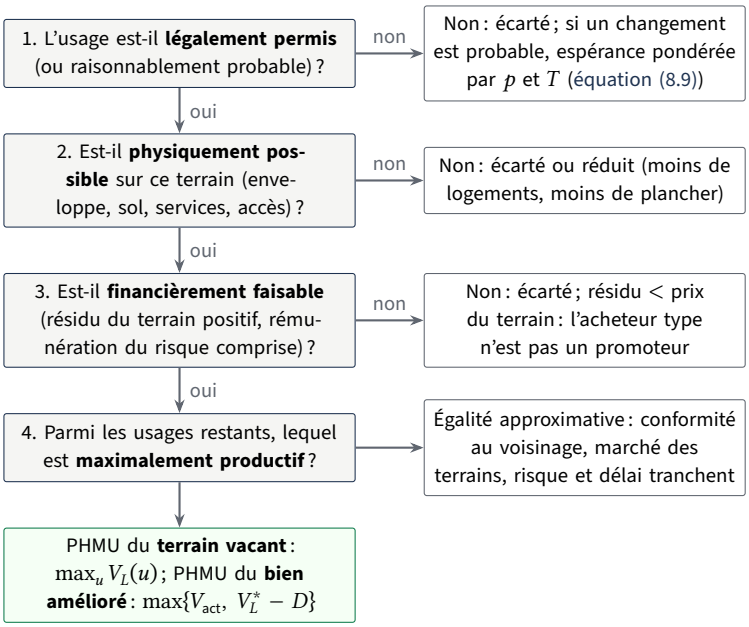


FIGURE 41.1. L'arbre de décision de la plus haute et meilleure utilisation. Les trois premiers tests filtrent les usages candidats dans un ordre qui va du moins coûteux au plus coûteux à vérifier ; le quatrième désigne l'usage retenu. Pour un bien amélioré, la conclusion compare la valeur dans l'usage actuel à la valeur du terrain sous son meilleur usage, nette de la démolition.

Source : schéma de l'auteur.

Le deuxième test, **physiquement possible**, est le plus concret. Il demande si le terrain peut porter ce que l'usage exige : une superficie et une forme compatibles avec les marges et le stationnement, un sol capable de supporter les fondations sans surcoût prohibitif, des services d'aqueduc et d'égout de capacité suffisante, un accès conforme. Le test se chiffre : l'enveloppe constructible est la superficie du lot diminuée des marges, multipliée par le nombre d'étages permis, et l'aire de plancher qu'un usage exige se compare à cette enveloppe comme au plafond du coefficient d'occupation du sol de l'équation (8.2). Un usage qui exigerait quatre étages là où trois sont permis, ou douze cases de stationnement sur un lot qui n'en loge que six, échoue au test ou doit être réduit. Les contraintes physiques et les contraintes légales se recoupent ici, et il est d'usage de les examiner ensemble.

Le troisième test, **financièrement faisable**, est celui qui exige un calcul. Un usage est faisable lorsque la valeur qu'il produit excède tout ce qu'il coûte de le réaliser, le terrain compris. Pour un terrain à bâtir, le critère s'exprime par la valeur résiduelle de la section 41.3 : l'usage est faisable si le résidu qu'il laisse au terrain, après tous les coûts, le financement et la rémunération du promoteur, est positif ; et si le terrain doit être acquis, si ce résidu atteint au moins son prix sur le marché. Pour un immeuble de revenu, le critère équivalent est que le revenu net stabilisé suffise à rémunérer et à récupérer le capital investi, ce qui ramène à la technique résiduelle du terrain de l'équation (25.9). La faisabilité dépend de la conjoncture : un usage faisable en période de prix élevés et de taux bas cesse de l'être lorsque les coûts de construction progressent plus vite que les prix, comme ce fut le cas au Québec de 2020 à 2026 (chapitre 23).

Le quatrième test, **maximalement productif**, choisit parmi les usages qui ont franchi

les trois premiers celui qui confère au bien la valeur la plus élevée. Pour un terrain vacant, la mesure est la valeur résiduelle de chaque usage ; pour un bien amélioré, la valeur de l'ensemble sous chaque usage. Le test paraît mécanique, mais il cache une subtilité que l'exemple de la section 41.5 rendra visible : les valeurs résiduelles ne sont comparables que si elles sont calculées avec des hypothèses de marge, de délai et de risque cohérentes avec l'acheteur type de chaque usage. Un promoteur-marchand qui construit pour vendre exige une marge que l'acheteur qui fait bâtir sa propre maison n'exige pas ; comparer le résidu d'un triplex calculé avec la première à celui d'une maison calculé avec la seconde n'est pas une erreur, c'est au contraire la bonne façon de représenter deux marchés d'acheteurs différents qui se disputent le même terrain. La figure 41.1 termine par la conformité au voisinage et le marché des terrains comme arbitres lorsque deux usages laissent des résidus voisins : la conformité, parce qu'un usage isolé dans un tissu homogène se vend moins bien que le calcul ne le suggère ; le marché des terrains, parce que les prix auxquels des terrains comparables s'échangent révèlent l'usage auquel les acheteurs les destinent.

41.2 Terrain réputé vacant et bien amélioré

41.2.1 Deux analyses, deux conclusions

L'analyse de la PHMU se conduit toujours deux fois lorsque le terrain est bâti. La première considère le **terrain réputé vacant** (*as though vacant*) : on fait abstraction des constructions existantes et l'on se demande quel usage un acheteur donnerait au terrain nu. La seconde considère le **bien amélioré** (*as improved*) : on se demande si les constructions doivent être conservées telles quelles, modifiées, converties ou démolies. Les deux analyses ont des fonctions distinctes. La première fonde l'évaluation séparée du terrain qu'exige la méthode du coût, puisque le terrain y est évalué « comme s'il était vacant et disponible pour sa plus haute et meilleure utilisation » (convention rappelée à l'annexe D et au chapitre 25) ; elle fonde aussi le choix des terrains comparables, qui doivent avoir la même PHMU que le sujet. La seconde fonde la conclusion de valeur du bien dans son ensemble et le choix des comparables bâtis : une maison dont la PHMU est la démolition n'a pas pour comparables d'autres maisons, mais des terrains.

Les conclusions des deux analyses peuvent différer, et c'est précisément ce qui rend la distinction utile. Le terrain vacant peut avoir pour PHMU un triplex alors que le bien amélioré a pour PHMU le maintien de la maison existante, parce que la maison vaut davantage que ce que le terrain rapporterait une fois démolie. Dans ce cas, fréquent dans les quartiers anciens dont le zonage a été densifié, la maison est dite *non conforme à la PHMU du terrain* sans que sa démolition soit justifiée : elle continue de contribuer à la valeur, et son usage actuel est un **usage intérimaire** qui durera jusqu'à ce que la valeur du terrain nu, nette de la démolition, dépasse la valeur de la maison. La section 41.4 montrera que cet usage intérimaire porte une option, et que la valeur du bien excède alors légèrement la valeur de la maison seule.

41.2.2 Quand démolir : la contribution du bâtiment

Le chapitre 8 a posé la règle en une équation, reprise ici parce qu'elle est le pivot de l'analyse du bien amélioré. Si V_{act} est la valeur du bien dans son usage actuel, V_L^* la valeur du terrain réputé vacant sous sa PHMU et D le coût de la démolition et de la préparation du

site, alors

$$V = \max\{V_{\text{act}},\ V_L^* - D\}, \tag{41.2}$$

et la démolition est justifiée lorsque $V_L^* - D > V_{\text{act}}$ (équation (8.7)). Une écriture équivalente passe par la **contribution du bâtiment**, c'est-à-dire ce que les constructions ajoutent à la valeur du terrain nu :

$$C_B = V_{\text{act}} - V_L^*, \qquad \text{démolir si } C_B < -D. \tag{41.3}$$

La contribution du bâtiment est positive pour la très grande majorité des immeubles résidentiels ; elle décroît avec l'âge, l'état et la désuétude des constructions, et elle devient négative lorsque le bâtiment n'est plus qu'un obstacle à l'usage du terrain, de sorte que l'acheteur paie moins que la valeur du terrain nu parce qu'il devra payer la démolition. L'équation (41.3) dit que la démolition n'est pas justifiée dès que la contribution est négative, mais seulement lorsqu'elle est plus négative que le coût de la démolition : entre $-D$ et 0, le bâtiment ne vaut rien mais il ne coûte pas encore assez cher d'en disposer. La contribution du bâtiment est aussi ce que la méthode du coût mesure par $C_N - D_{\text{phys}} - D_{\text{fonc}} - D_{\text{ext}}$ (chapitre 24) ; l'analyse de la PHMU et la méthode du coût sont ainsi deux lectures de la même grandeur, et la cohérence de leurs résultats est un contrôle utile.

Trois conclusions sont possibles pour un bien amélioré, et le rapport doit dire laquelle est retenue. La première est le *maintien* de l'usage actuel, éventuellement avec des travaux curables dont le coût est inférieur à la valeur qu'ils ajoutent (chapitre 24 et chapitre 44). La deuxième est la *modification* ou la *conversion* : agrandissement, ajout d'un logement accessoire, conversion d'une maison en duplex, d'un immeuble locatif en copropriété divise (chapitre 42) ; elle est retenue lorsque la valeur après conversion, nette des coûts de conversion et de la rémunération du risque, excède à la fois la valeur actuelle et la valeur du terrain nu. La troisième est la *démolition*, lorsque l'équation (41.2) la justifie. Une quatrième situation mérite une mention : celle du **terrain excédentaire** (*excess land*), partie d'un lot bâti qui pourrait être détachée et vendue séparément sans nuire à l'usage du reste ; sa valeur s'ajoute à celle de la propriété si le lotissement est permis (LAU, art. 115) et si l'acheteur type le réaliserait, et elle se distingue du *terrain en surplus* (*surplus land*), qui ne peut être détaché et ne vaut que par l'agrément qu'il procure.

41.2.3 Les démolitions-reconstructions comme révélateur de la valeur du terrain

La règle de l'équation (41.2) a une contrepartie empirique précieuse. Lorsqu'une propriété est achetée pour être démolie, son prix est celui du terrain nu, diminué de la démolition que l'acheteur devra payer ; une vente de **démolition-reconstruction** (*teardown*) est donc une vente de terrain déguisée, et elle permet d'extraire la valeur du terrain dans des quartiers bâtis où les terrains vacants ne se vendent jamais :

$$\hat{V}_L = P_{\text{td}} + D, \tag{41.4}$$

où P_{td} est le prix payé pour la propriété démolie ensuite et D le coût de démolition estimé. Rosenthal et Helsley (1994) ont été parmi les premiers à exploiter ces ventes pour mesurer le gradient de prix des terrains à Vancouver ; Dye et McMillen (2007) ont montré, sur la région de Chicago, que la probabilité qu'une maison soit achetée pour démolition croît avec le rapport entre la valeur du terrain et la valeur totale, et que les prix des propriétés

démolies se comportent comme des prix de terrains, presque insensibles aux caractéristiques du bâtiment ; McMillen et O'Sullivan (2013) ont généralisé ce résultat en montrant que, dans les quartiers où les démolitions sont fréquentes, les coefficients hédoniques des caractéristiques du bâtiment tendent vers zéro à mesure que la probabilité de démolition augmente. La conséquence pour l'évaluateur est double. D'abord, l'équation (41.4) fournit, dans un quartier en densification, les meilleurs comparables de terrain qui soient, à la condition de vérifier que la démolition a bien eu lieu ou était l'intention de l'acheteur, ce qu'un permis de démolition ou une inspection postérieure établit. Ensuite, un modèle hédonique estimé sur un marché où coexistent des ventes de maisons et des ventes de démolition mélange deux fonctions de prix : Clapp et Salavei (2010) ont proposé d'inclure dans la régression une variable d'option de redéveloppement, construite comme le rapport entre la valeur du terrain nu et la valeur de la propriété, et Clapp et al. (2012) ont estimé sur cette base une prime d'option dans les prix des maisons dont la contribution du bâtiment est faible. Le chapitre 18 a traité des modèles hédoniques sans cette correction ; dans un marché où les démolitions sont fréquentes, elle devient nécessaire, et l'absence de la variable biaise vers zéro les effets de l'âge et de la superficie du bâtiment, ce que le chapitre 24 a déjà signalé à propos de la mesure de la dépréciation.

41.3 Analyse de faisabilité et méthode résiduelle de développement

41.3.1 Le compte du promoteur

La méthode résiduelle de développement répond à une question simple : combien un promoteur peut-il payer pour un terrain, compte tenu de ce qu'il en tirera une fois le projet construit et vendu et de tout ce qu'il lui en coûtera entre-temps ? La réponse s'obtient en reconstituant le compte du promoteur. Le produit du projet est la **valeur brute de développement** (GDV, *gross development value*), somme des prix de vente attendus des unités achevées, ou, pour un immeuble conservé en location, la valeur de l'immeuble stabilisé par capitalisation de son revenu net (chapitre 29). De ce produit se retranchent les frais de vente (courtage, publicité, frais juridiques), les coûts directs et indirects de construction (chapitre 21 à chapitre 23), la démolition et la préparation du site s'il y a lieu, les intérêts du financement intérimaire, les contributions municipales et la rémunération du promoteur ; ce qui reste est ce que le projet peut payer pour le terrain. Le chapitre 8 a écrit cette identité sous sa forme statique, l'équation (8.8), en traitant le financement et la marge comme des proportions du produit et en résolvant la circularité de la contribution pour fins de parcs par une division par $1 + \tau_{\text{parcs}}$. Le présent chapitre lui ajoute deux éléments que l'analyse de développement ne peut ignorer : le temps et la structure du financement.

Le temps intervient parce que le terrain se paie aujourd'hui et que le produit se réalise à la livraison, un, deux ou trois ans plus tard. Le promoteur qui immobilise aujourd'hui une somme V_L dans le terrain exige qu'elle lui soit rendue avec intérêt ; symétriquement, un dollar de produit à la date T ne vaut aujourd'hui que $(1 + r_L)^{-T}$ dollars, où r_L est le coût du capital qui finance le terrain. La structure du financement intervient parce que les coûts de construction ne sont pas déboursés d'un coup : ils sont tirés progressivement sur un prêt de construction, et les intérêts de ce prêt, qui portent sur le solde tiré et non sur le montant total, dépendent du profil des déboursés et de la mise de fonds que le prêteur exige du promoteur. Le chapitre 23 a dérivé ces intérêts intérimaires pour un tirage uniforme : si le

prêt L est tiré linéairement entre la fin de la mise de fonds et la livraison, l'intérêt total vaut $L\,i\,T_{\text{eff}}/2$, où T_{eff} est la durée pendant laquelle le prêt est effectivement tiré (équation (23.4) et équation (23.6)).

Proposition 41.1 : Valeur résiduelle de développement avec calendrier

Soit un projet dont le produit de vente GDV est encaissé à la date T (années), les frais de vente $c_v\,GDV$, les coûts de construction directs et indirects C, la démolition D, les intérêts intérimaires F du prêt de construction, la marge du promoteur M, la contribution pour fins de parcs au taux τ de la valeur du site, et r_L le coût du capital qui finance le terrain. La valeur résiduelle du terrain à la date d'évaluation est

$$V_L = \frac{GDV\,(1-c_v) - C - D - F - M}{(1+\tau)\,(1+r_L)^T}. \tag{41.5}$$

Avec $r_L = 0$, on retrouve la forme statique de l'équation (8.8) ; avec $r_L = 0$ et $\tau = 0$, le résidu de manuel GDV − coûts − marge.

Démonstration. Le promoteur paie V_L pour le terrain et τV_L de contribution pour fins de parcs à la date d'évaluation, les deux étant financés par son capital au taux r_L ; les coûts C et D sont financés par la mise de fonds puis par le prêt, dont les intérêts F sont déjà comptés parmi les coûts ; le produit net $GDV(1-c_v)$ est encaissé à la date T et rembourse le prêt. Le promoteur exige que l'opération lui laisse exactement la marge M à la date T, en sus du rendement r_L sur le capital immobilisé dans le terrain. La condition d'équilibre à la date T s'écrit $GDV(1-c_v) - C - D - F - M = (1+\tau)\,V_L\,(1+r_L)^T$, d'où (41.5). La contribution pour fins de parcs étant assise sur la valeur du site que l'on cherche, la division par $1+\tau$ résout la circularité comme au chapitre 8. □

Deux remarques précisent la portée de l'équation (41.5). D'abord, la marge M et le taux r_L ne rémunèrent pas la même chose et ne doivent pas se recouper : r_L est le coût du temps pour le capital immobilisé dans le terrain, M la rémunération du travail du promoteur et du risque du projet. Un analyste qui actualise le résidu à un taux « de risque » élevé *et* retient une marge pleine compte le risque deux fois ; la convention de l'ouvrage est d'actualiser au coût du financement du terrain, que l'on prend égal au taux du prêt de construction faute de mieux, et de porter le risque dans la marge. Ensuite, la marge peut être exprimée en proportion du produit, $M = m_p\,GDV$, ce qui est l'usage des promoteurs-marchands, ou en proportion du coût de construction, $M = m_c\,(C+D+F)$, ce qui est la convention de l'incitatif de l'entrepreneur retenue au chapitre 21 pour une construction sur commande ; l'équation (23.8) convertit l'une en l'autre et le section 23.4 a expliqué pourquoi la première convient à un projet vendu sur plans et la seconde à une maison bâtie pour son propriétaire. L'exemple de la section 41.5 emploie les deux, pour deux acheteurs types différents.

41.3.2 Forme linéaire, seuil et levier

L'équation (41.5) est linéaire dans le produit de vente, ce qui en facilite l'analyse. En regroupant les termes proportionnels au produit et les termes fixes,

$$V_L = a\,GDV - b, \qquad a = \frac{1-c_v-m_p}{(1+\tau)(1+r_L)^T}, \qquad b = \frac{C+D+F}{(1+\tau)(1+r_L)^T}, \tag{41.6}$$

lorsque la marge est assise sur le prix ; si elle est assise sur le coût, m_p disparaît de a et b est multiplié par $1 + m_c$. Le coefficient a est la part de chaque dollar de produit qui parvient au terrain, après frais de vente, marge, contribution pour fins de parcs et attente ; dans l'exemple, il vaut environ deux tiers. Le terme b est le coût fixe du projet ramené à aujourd'hui. Deux grandeurs s'en déduisent immédiatement. Le **produit de seuil** qui rend la valeur résiduelle égale à une cible $\bar{V}$, par exemple le prix du terrain sur le marché ou la valeur de la maison existante, est

$$GDV^*(\bar{V}) = \frac{\bar{V} + b}{a}, \tag{41.7}$$

et le rapport $GDV^*/GDV_0 - 1$ mesure de combien les prix de sortie devraient varier pour que l'usage devienne faisable, ou pour que la démolition devienne rentable. L'**effet de levier** du résidu est l'élasticité de la valeur du terrain au produit de vente,

$$\frac{\partial V_L}{\partial GDV}\,\frac{GDV}{V_L} = \frac{a\,GDV}{V_L} = 1 + \frac{b}{V_L} > 1, \tag{41.8}$$

qui excède toujours l'unité et d'autant plus que les coûts fixes sont grands par rapport au résidu. Une variation de 10 % des prix de sortie se traduit, pour un projet dont le terrain représente un cinquième du produit, par une variation de l'ordre de 40 à 50 % de la valeur résiduelle ; c'est la même amplification que le chapitre 25 a démontrée pour la technique résiduelle du terrain (proposition 25.1), et elle est la raison pour laquelle l'analyse de sensibilité de la section 41.6 n'est pas facultative.

41.3.3 Les intrants et leur provenance

La méthode résiduelle exige une dizaine d'intrants, et sa crédibilité tient tout entière à leur provenance. Le tableau 41.2 les énumère avec la source que l'ouvrage leur assigne et le chapitre qui les traite. Le prix de sortie des unités neuves est le plus important et le plus difficile : il vient de la comparaison avec des unités neuves comparables (chapitre 16 et chapitre 17) ou d'un modèle hédonique dans lequel l'âge est fixé à zéro (chapitre 18), et il doit être exprimé à la date de livraison prévue, ce qui suppose une hypothèse sur l'évolution des prix d'ici là ; la convention la plus prudente, retenue dans l'exemple, est de l'exprimer en dollars de la date d'évaluation, sans croissance, et de traiter la croissance éventuelle comme une source d'option à la section 41.4. Les coûts de construction viennent d'un devis, d'un barème ou de la transposition d'un coût unitaire connu (chapitre 21 et chapitre 23) ; la contribution pour fins de parcs, du règlement municipal dans la limite de 10 % de la valeur du site fixée par la loi (Québec 1979a, art. 117.4) ; la charge d'inclusion, s'il y a lieu, du règlement adopté en vertu de l'article 145.30.1 ; le taux du prêt de construction et la part financée, des conditions courantes des prêteurs ; la durée, de projets comparables ; la marge, de l'extraction sur des projets achevés (équation (23.9)) ou, à défaut, d'une hypothèse déclarée et soumise à sensibilité.

41.4 L'option réelle de redéveloppement

41.4.1 Pourquoi la règle de la valeur actuelle nette ne suffit pas

La méthode résiduelle dit ce qu'un terrain vaut pour un promoteur qui construit *maintenant*. Elle ne dit rien de ce qu'il vaut pour un propriétaire qui peut construire maintenant,

Tableau 41.2. Intrants de la méthode résiduelle de développement et leur provenance dans l’ouvrage

Intrant	Provenance	Chapitre
Programme (nombre, taille, type des unités)	Grille des usages et des normes ; enveloppe constructible ; marché cible	chapitre 8, chapitre 15
Prix de sortie des unités	Comparaison avec des unités neuves ; modèle hédonique à âge nul ; prix par logement ou MRB pour une vente en bloc	chapitre 16 à chapitre 18, chapitre 32
Frais de vente c_v	Courtage, frais juridiques, mise en marché (hypothèse déclarée)	chapitre 13
Coûts directs et indirects C	Devis ; barème ; coût unitaire transposé et indexé (IPCB)	chapitre 21 à chapitre 23
Démolition et préparation D	Soumission ; coût par mètre carré de bâtiment démoli ; décontamination s’il y a lieu	chapitre 23, chapitre 43
Prêt de construction : part, taux, durée	Conditions des prêteurs ; taux affichés ou consentis (Banque du Canada)	chapitre 23, chapitre 31
Contribution pour fins de parcs τ	Règlement municipal, plafond de 10 % (LAU, art. 117.4) ; inclusion (art. 145.30.1)	chapitre 8
Marge du promoteur M	Extraction sur projets achevés ; sinon hypothèse déclarée ; assiette à préciser	chapitre 23
Durée totale T et taux de portage r_L	Projets comparables ; coût du financement du terrain	chapitre 23, chapitre 30

Source : synthèse de l’auteur.

dans un an ou jamais, selon ce que feront les prix. Or le développement est irréversible : une fois le bâtiment construit, le terrain ne peut plus être affecté à un autre usage sans une nouvelle démolition, et le promoteur a renoncé à profiter d'une hausse des prix qui aurait rendu un programme plus dense ou plus cher préférable. L'incertitude donne donc une valeur à l'attente, et la règle qui consiste à développer dès que la valeur résiduelle devient positive, c'est-à-dire dès que la valeur actuelle nette du projet est positive, n'est pas optimale : il faut que le projet soit suffisamment rentable pour compenser la perte de l'option d'attendre. Titman (1985) a formulé ce résultat dans un modèle binomial où le prix des immeubles achevés peut monter ou descendre : il montre que l'incertitude accroît la valeur d'un terrain vacant laissé en attente et réduit la construction courante, de sorte qu'une partie des terrains vacants des villes n'est pas le signe d'un marché défaillant, mais d'une attente rationnelle. Quigg (1993) a testé le modèle sur des milliers de ventes de terrains à Seattle et a trouvé que les prix des terrains incorporaient une prime d'attente d'environ 6 % en moyenne par rapport à leur valeur de développement immédiat ; Cunningham (2006) a montré, sur la même ville, que l'incertitude des prix des maisons retarde le développement des terrains vacants et en élève le prix. Munneke (1996) a étudié la décision de redéveloppement des propriétés commerciales et industrielles, et Munneke et Womack (2020) ont estimé la part de la valeur des terrains urbains qui revient à l'option de redéveloppement. Pour l'évaluateur, la leçon est que la valeur d'un terrain, ou d'une propriété dont le bâtiment contribue peu, peut légitimement excéder son résidu de développement immédiat, et que l'écart est la valeur d'une option.

41.4.2 Un modèle binomial à deux périodes

Le modèle le plus simple qui rende compte de cette valeur est l'arbre binomial, que Titman (1985) a employé le premier pour les terrains et que Geltner et al. (2014) présentent comme l'outil de base de l'analyse d'un projet de développement. On considère un propriétaire dont le bien vaut V_{act} dans son usage actuel et qui peut, à chaque date de décision, le redévelopper : il reçoit alors la valeur résiduelle de l'équation (41.6), $a\,GDV_t - b'$, et il renonce à V_{act}. Le gain net de l'exercice à la date t est donc

$$\Pi_t = \max\{a\,GDV_t - b,\ 0\}, \qquad b = b' + V_{\text{act}}, \tag{41.9}$$

qui a la forme d'une option d'achat sur a unités du produit de vente, de prix d'exercice b. La valeur du bien est $V_{\text{act}} + \Pi_0^*$, où Π_0^* est la valeur de l'option à la date d'évaluation ; la règle de la valeur actuelle nette correspond à $\Pi_0^* = \Pi_0$, c'est-à-dire à l'exercice immédiat si le gain est positif et à l'abandon sinon.

Le produit de vente suit un processus binomial : sur chaque période de durée Δt, il est multiplié par $u > 1$ avec une certaine probabilité ou par $d = 1/u$ avec la probabilité complémentaire. Le choix standard relie u à la volatilité annuelle σ du prix des unités,

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}, \qquad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}, \tag{41.10}$$

de sorte que la variance du logarithme du produit sur une période est $\sigma^2\Delta t$, selon la paramétrisation usuelle des arbres binomiaux (Cox et al. 1979). La valorisation ne requiert pas la probabilité réelle de hausse, mais la **probabilité risque-neutre** q, c'est-à-dire la probabilité sous laquelle l'actif sous-jacent rapporte exactement le taux sans risque. L'actif sous-jacent est ici un immeuble achevé, qui procure à son détenteur un rendement de détention y (le

loyer net rapporté à la valeur, soit le taux de capitalisation du chapitre 29) en plus de sa variation de prix ; la croissance à terme de son prix sous la mesure risque-neutre est donc $(1+r)/(1+y)$ par année, et

$$q = \frac{\Phi - d}{u - d}, \qquad \Phi = \left(\frac{1+r}{1+y}\right)^{\Delta t}, \tag{41.11}$$

où r est le taux sans risque pour la période. La condition $d < \Phi < u$ assure $0 < q < 1$. Un rendement de détention supérieur au taux sans risque, ce qui est le cas des immeubles résidentiels, rend $\Phi < 1$ et q faible : sous la mesure risque-neutre, le prix des unités achevées baisse en espérance, parce que leur rendement total doit égaler r et que leur loyer en fournit déjà davantage. C'est ce qui rend l'attente coûteuse et l'exercice anticipé parfois optimal, comme pour une option d'achat sur une action qui verse un dividende.

Proposition 41.2 : Valeur de l'option de redéveloppement dans l'arbre binomial

Dans un arbre à n périodes, la valeur de l'option à un nœud (t, j), où j est le nombre de hausses survenues, s'obtient par récurrence rétrograde :

$$\Pi^*_{n,j} = \Pi_{n,j}, \qquad \Pi^*_{t,j} = \max\left\{\Pi_{t,j},\ (1+r)^{-\Delta t}\left[q\,\Pi^*_{t+1,j+1} + (1-q)\,\Pi^*_{t+1,j}\right]\right\}, \tag{41.12}$$

avec $\Pi_{t,j} = \max\{a\,GDV_0\,u^j d^{\,t-j} - b, 0\}$. La valeur $\Pi^*_{0,0}$ est au moins égale au gain de l'exercice immédiat $\Pi_{0,0}$ et au moins égale à la valeur de l'option européenne correspondante, qui ne peut être exercée qu'à la date $n\Delta t$; la différence $\Pi^*_{0,0} - \Pi_{0,0}$ est la **valeur de l'attente**.

Démonstration. À chaque nœud, le propriétaire choisit entre exercer, ce qui vaut $\Pi_{t,j}$, et conserver l'option une période de plus, ce qui vaut l'espérance risque-neutre actualisée de sa valeur à la période suivante ; le maximum des deux est la valeur de l'option, et la récurrence part des nœuds terminaux où il n'y a plus d'attente possible. Comme le maximum est pris à chaque nœud, $\Pi^*_{0,0} \geq \Pi_{0,0}$; et comme l'option européenne n'a pas la faculté d'exercice intermédiaire, sa valeur, obtenue par la même récurrence sans le premier terme du maximum, est inférieure ou égale. □

La **frontière d'exercice** est, à chaque date de décision, le niveau du produit de vente au-delà duquel l'exercice immédiat vaut au moins la continuation. Elle est toujours supérieure ou égale au seuil de la règle de la valeur actuelle nette, $GDV^* = b/a$, et l'écart entre les deux est la zone dans laquelle le projet est rentable mais où il vaut mieux attendre ; cet écart croît avec la volatilité et décroît avec le rendement de détention y, parce qu'un loyer élevé sur l'immeuble achevé rend coûteux le report de la construction. Deux périodes suffisent pour faire apparaître ces propriétés, et l'exemple de la section 41.5 les chiffre ; dans la pratique, on raffine l'arbre en multipliant les périodes, et la valeur converge vers celle d'un modèle en temps continu.

41.4.3 Le seuil de développement de Capozza et Helsley

Le modèle en temps continu dont l'arbre binomial est l'approximation a été résolu, pour la conversion d'un terrain, par Capozza et Helsley (1990), dans un article qui étend au cas

incertain la décomposition du prix du terrain urbain qu'ils avaient établie sous certitude (Capozza et Helsley 1989) et que le chapitre 5 a présentée (équation (5.13)). On en donne ici une version simplifiée, qui suffit à faire comprendre d'où vient la prime d'attente. Soit R_t la rente annuelle que procurerait le terrain sous son nouvel usage, supposée suivre un mouvement brownien arithmétique de dérive g et de volatilité σ (en dollars par année), R_A la rente certaine de l'usage actuel, C le coût de conversion et r le taux d'actualisation. Une fois converti, le terrain vaut l'espérance actualisée de ses rentes futures, $W(R) = R/r + g/r^2$. Tant qu'il n'est pas converti, sa valeur $V(R)$ comprend la rente de l'usage actuel et l'option de convertir, et elle satisfait l'équation de Bellman

$$r\,V(R) = R_A + g\,V'(R) + \tfrac{1}{2}\sigma^2\,V''(R), \tag{41.13}$$

qui dit que le rendement exigé sur la valeur du terrain non converti égale la rente courante plus l'appréciation espérée de sa valeur. La solution qui reste bornée lorsque R décroît est $V(R) = R_A/r + A\,e^{\alpha R}$, où α est la racine positive de l'équation caractéristique

$$\tfrac{1}{2}\sigma^2\alpha^2 + g\,\alpha - r = 0, \qquad \alpha = \frac{-g + \sqrt{g^2 + 2r\sigma^2}}{\sigma^2}. \tag{41.14}$$

La conversion a lieu lorsque la rente atteint un seuil R^* déterminé par deux conditions : la continuité de la valeur, $V(R^*) = W(R^*) - C$, et la condition de raccordement lisse (*smooth pasting*), $V'(R^*) = W'(R^*) = 1/r$, qui exprime que le propriétaire choisit le seuil de façon optimale. La seconde donne $A\,e^{\alpha R^*} = 1/(r\alpha)$; substituée dans la première, elle conduit à

$$R^* = R_A + r\,C + \underbrace{\left(\frac{1}{\alpha} - \frac{g}{r}\right)}_{\text{prime d'irréversibilité}}. \tag{41.15}$$

Sous certitude, $\sigma \to 0$ et $\alpha \to r/g$, de sorte que la prime s'annule et que la conversion a lieu dès que la rente du nouvel usage couvre la rente de l'usage actuel et l'intérêt sur le coût de conversion, $R^* = R_A + rC$: c'est la règle de la valeur actuelle nette. Sous incertitude, $1/\alpha > g/r$ et la prime est positive ; elle croît avec σ, et elle exige que la rente du nouvel usage dépasse le seuil de certitude d'une marge qui rémunère l'option sacrifiée. Capozza et Helsley (1990) montrent que le prix d'un terrain non encore converti se décompose alors en quatre termes, la valeur de l'usage actuel, le coût de conversion actualisé, la prime de croissance anticipée et la prime d'irréversibilité, et que l'incertitude retarde la conversion tout en élevant le prix des terrains en attente ; la prime d'attente de 6 % mesurée par Quigg (1993) est la contrepartie empirique de ce dernier terme. L'exemple de la section 41.5 applique l'équation (41.15) à la maison du cas 1 en interprétant R_A comme la rente implicite de la maison et R comme celle du triplex qui pourrait la remplacer.

41.4.4 Ce que l'évaluateur en retient

Les modèles d'options réelles ne sont pas des méthodes d'évaluation au sens des normes professionnelles, et leurs paramètres, la volatilité des prix, le rendement de détention, le taux sans risque, le nombre et la durée des périodes, relèvent d'hypothèses que le rapport doit déclarer. Ils ont pourtant trois usages concrets. Le premier est d'expliquer un écart : lorsque des terrains ou des propriétés à démolir se vendent au-dessus de leur résidu de développement immédiat, l'option d'attente en est une explication rationnelle, et l'évaluateur

qui l'ignore conclut à tort que le marché est irrationnel ou que ses coûts sont erronés. Le deuxième est de qualifier une conclusion de PHMU : un bien dont la contribution du bâtiment est faible et dont le terrain pourrait être densifié vaut sa valeur en usage *plus* une prime d'option, petite si la densification est lointaine, substantielle si elle est proche ; les ventes appariées du chapitre 8 ont mesuré cette prime sur un îlot rezoné, et les travaux de Clapp et al. (2012) la mesurent sur de grands échantillons. Le troisième est de guider le choix des comparables : dans un quartier où l'option est dans la monnaie pour les maisons anciennes, celles-ci se vendent comme des terrains et ne sont plus comparables aux maisons récentes du même quartier, même si leurs caractéristiques physiques sont voisines. Dans tous les cas, l'évaluateur cherche la confirmation du marché avant d'ajouter une prime calculée : l'option n'a de valeur marchande que si des acheteurs la paient.

41.5 Exemple intégral : le terrain du sujet du cas 1 sous quatre usages

Données synthétiques

Le dossier du cas 1 est synthétique : le sujet (`data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json`), les 600 ventes qui alimentent le modèle hédonique (`cas1_gatineau_ventes.csv`, `analysis/python/traite/synth.py`, graine 20261031) et le devis par composantes (`cas1_gatineau_couts.csv`) sont décrits aux chapitre 16, chapitre 18 et chapitre 21. Le **zonage de l'exemple est fictif** : la zone « H-2f » et sa grille (tableau 41.3) sont construites pour les besoins du chapitre et ne décrivent aucun règlement de la Ville de Gatineau. Les hypothèses du promoteur (démolition, frais de vente, marge, contribution pour fins de parcs, part et taux du prêt, durées), les décotes appliquées aux unités superposées et les paramètres de l'option (volatilité, rendement de détention, taux réel) sont des choix de l'auteur, énoncés dans le texte et soumis à l'analyse de sensibilité ; seuls le coût unitaire de construction (devis du cas 1 et indices IPCB réels, chapitre 21 et chapitre 23) et le taux hypothécaire affiché (Banque du Canada, 28 octobre 2026) proviennent de sources vérifiées. Tous les chiffres de cette section sont reproduits par `analysis/python/cases/ch41_phmu.py` et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch41.py`.

Exemple 41.1 : Quatre usages pour un terrain de 620 m² à Hull

Le sujet est le cottage à étages de 1998, de 165 m² habitables sur un terrain de 620 m² dans le secteur de Hull, évalué au 1er septembre 2026. Le chapitre 20 a conclu à une valeur la plus probable de 600 000 $ dans son usage actuel (fourchette de 575 000 $ à 640 000 $), le chapitre 18 à une prédiction hédonique de 637 953 $, le chapitre 24 et le chapitre 25 à une valeur du terrain réputé vacant, pour un usage unifamilial, de 277 000 $ (fourchette de 240 000 $ à 285 000 $). On suppose désormais que le terrain est situé dans une zone fictive H-2f qui admet de un à trois logements, et l'on se demande quelle est la plus haute et meilleure utilisation du terrain réputé vacant et du bien amélioré, en confrontant quatre usages : la maison actuelle conservée (So), une maison

neuve de 165 m² après démolition (U), un duplex de deux logements de 120 m² (D) et un triplex de trois logements de 100 m² (T), ces deux derniers vendus en copropriété divise. Un quadruplex (Q) est examiné pour montrer un échec au premier test.

41.5.1 Tests légal et physique

La grille fictive de la zone H-2f (tableau 41.3) exige un lot d'au moins 450 m², une superficie de terrain d'au moins 150 m² par logement, au plus trois logements par bâtiment, un coefficient d'occupation du sol de 0,60, trois étages au plus, une case de stationnement par logement et des marges avant, latérales et arrière de 6, 2 et 9 mètres. Par l'équation (8.1), la densité seule admettrait $\lfloor 620/150 \rfloor = 4$ logements, mais le plafond de la grille ramène le maximum à trois ; par l'équation (8.2), l'aire de plancher ne peut excéder $0{,}60 \times 620 = 372$ m². En retenant un rapport de 0,85 entre la superficie habitable et l'aire brute de plancher, comme au chapitre 23, la maison neuve exige 194 m² d'aire brute, le duplex 282 m², le triplex 353 m² et le quadruplex 400 m² : les trois premiers programmes sont permis, le quadruplex échoue à la fois sur le nombre de logements et sur le coefficient d'occupation du sol, et il est écarté dès le premier test. Sur le plan physique, avec une façade de 20 mètres et une profondeur de 31 mètres (hypothèses, le dossier du cas ne les précisant pas), l'empreinte constructible après marges est de $16 \times 16 = 256$ m² ; deux étages suffisent pour chacun des programmes permis, et trois cases de stationnement de 2,6 mètres se logent en façade. Le sol et les services sont réputés sans contrainte, le terrain étant desservi et bâti depuis 1998. Les trois usages U, D et T franchissent donc les deux premiers tests ; So les franchit de plein droit.

Tableau 41.3. Grille des usages et des normes de la zone fictive H-2f et vérification des programmes

Norme	Zone H-2f	U	D	T	Q
Nombre de logements	1 à 3	1	2	3	4
Superficie habitable totale (m²)	—	165	240	300	340
Aire brute de plancher (m², habitable / 0,85)	≤ 372 (COS 0,60)	194	282	353	400
Terrain par logement (m²)	≥ 150	620	310	207	155
Étages requis (empreinte max. 256 m²)	≤ 3	1	2	2	2
Cases de stationnement	1 par logement	1	2	3	4
Légalement permis		oui	oui	oui	non

Source : [données synthétiques] grille fictive construite pour l'exemple ; `analysis/python/cases/ch41_phmu.py`, dictionnaires `GRILLE` et `PROGRAMMES`, fonctions `test_legal` et `test_physique` ; lot minimal 450 m², marges 6/2/9 m, hauteur 3 étages.

41.5.2 Prix de sortie et coûts

Les prix de sortie des unités neuves sont tirés du modèle hédonique du cas 1 (chapitre 18), dans lequel l'âge est fixé à zéro et la superficie habitable, le terrain par unité, le garage et le sous-sol sont ceux du programme ; la correction de retransformation de Duan est appliquée comme à l'équation (18.15). Le modèle est estimé sur des maisons isolées : pour une unité superposée ou contiguë vendue en copropriété divise, on applique une décote déclarée de 10 % pour le duplex et de 15 % pour le triplex, qui traduit la perte d'intimité, la mitoyenneté

et les charges de copropriété ; ces décotes sont des hypothèses pédagogiques, et l'analyse de sensibilité fait varier les prix de sortie de ±15 %. Le tableau 41.4 donne le résultat : une maison neuve de 165 m² vaudrait 720 727 $; une unité de duplex de 120 m² sur 310 m² de terrain, sans garage, 495 654 $ après décote (550 726 $ pour la maison isolée équivalente) ; une unité de triplex de 100 m² sur 207 m², 408 487 $ (480 573 $ avant décote). Les produits de vente sont de 720 727 $, 991 307 $ et 1 225 460 $ pour U, D et T. Ces prix sont ceux du marché synthétique, où la maison du sujet est prédite à 637 953 $; ils ne décrivent pas le marché réel de Gatineau, dont la médiane des unifamiliales était de 475 000 $ à Hull et celle des copropriétés de 297 450 $ pour la RMR au troisième trimestre de 2026 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c). L'ordre de grandeur relatif est toutefois plausible : des unités neuves de bonne taille se vendent au-dessus de la médiane d'un parc existant qui comprend beaucoup de petites unités anciennes.

Tableau 41.4. Programmes, prix de sortie et coûts de construction des quatre usages (dollars du T3 2026, données synthétiques)

Usage	Maison isolée ($)	Unité ($)	GDV ($)	$D + I$ ($/m²)	C ($)
S0 Maison actuelle (prédiction hédonique)	637 953	—	—	—	—
U Maison neuve, 1 × 165 m²	720 727	720 727	720 727	2 190	361 425
D Duplex, 2 × 120 m², décote 10 %	550 726	495 654	991 307	2 228	534 734
T Triplex, 3 × 100 m², décote 15 %	480 573	408 487	1 225 460	2 228	668 417
Q Quadruplex, 4 × 85 m², décote 20 % (non permis)	428 558	342 846	1 371 384	2 228	757 540

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch41_phmu.py`, fonctions `produit_vente` et `couts_unitaires` ; modèle hédonique `traite.cas1.hedonique`, âge 0 ; devis du cas 1 (`ch21_cout_neuf.py`) ; IPCB Montréal T3 2026 (Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, consulté le 31 octobre 2026).

Les coûts de construction reprennent le devis du cas 1 : coûts directs de 298 826 $ et indirects de 62 599 $ pour 165 m² habitables (tableau 21.5), soit 2 190 $/m² de directs et indirects, hors incitatif. Pour les plex, ce coût unitaire est multiplié par le rapport des indices IPCB montréalais de l'immeuble d'appartements de moins de cinq étages et de la maison individuelle au troisième trimestre de 2026, 118,5/116,5 = 1,0172, comme le chapitre 23 l'a fait pour le douze-logements du cas 3 (tableau 23.6), d'où 2 228 $/m² (Statistique Canada 2026e). L'incitatif de 10 % du chapitre 21 n'est pas ajouté ici : la rémunération du promoteur est traitée séparément, comme marge, et l'ajouter au coût reviendrait à la compter deux fois. La démolition de la maison et la préparation du site sont estimées à 30 000 $ (hypothèse, identique à celle du chapitre 8) ; le prêt de construction finance 75 % des coûts et de la démolition au taux hypothécaire affiché à cinq ans de 6,19 % au 28 octobre 2026 (Banque du Canada 2026c), la mise de fonds couvrant les premiers déboursés ; la durée totale, chantier et vente, est de 12, 15 et 18 mois pour U, D et T ; le terrain est porté au même taux de 6,19 %.

41.5.3 Valeurs résiduelles sous deux conventions d'acheteur

Le tableau 41.5 déroule l'équation (41.5) pour les trois usages permis sous la convention du **promoteur-marchand** : frais de vente de 4 % du produit, marge de 15 % du produit,

contribution pour fins de parcs de 10 % de la valeur du site, intérêts intérimaires calculés sur le tirage uniforme du prêt, résidu actualisé sur la durée totale. Pour le triplex, le produit de 1 225 460 $ laisse, après 49 018 $ de frais de vente, 668 417 $ de coûts, 30 000 $ de démolition, 18 239 $ d'intérêts intérimaires et 183 819 $ de marge, un reste de 275 967 $ à la livraison ; divisé par $1{,}10 \times 1{,}0619^{1{,}5} = 1{,}2037$, il donne une valeur résiduelle de 229 265 $, dont la municipalité prélèverait 22 927 $ à titre de contribution pour fins de parcs. Le duplex laisse 190 541 $ et la maison neuve 158 849 $. La version statique, sans actualisation, aurait donné 250 879 $ pour le triplex : le temps coûte ici 9 % du résidu, et davantage pour un projet plus long.

Tableau 41.5. Méthode résiduelle de développement pour les trois usages permis, convention du promoteur-marchand (dollars du T3 2026, données synthétiques)

Poste	U Maison neuve	D Duplex	T Triplex
Produit de vente GDV	720 727	991 307	1 225 460
Frais de vente (4 % du produit)	−28 829	−39 652	−49 018
Coûts directs et indirects C	−361 425	−534 734	−668 417
Démolition et préparation du site D	−30 000	−30 000	−30 000
Intérêts intérimaires F (prêt de 75 % à 6,19 %, tirage uniforme)	−6 814	−12 290	−18 239
Marge du promoteur M (15 % du produit)	−108 109	−148 696	−183 819
Reste à la livraison	185 550	225 936	275 967
Durée totale T (années)	1,00	1,25	1,50
Facteur $(1+\tau)(1+r_L)^T$	1,1681	1,1858	1,2037
Valeur résiduelle du terrain V_L	158 849	190 541	229 265
dont contribution pour fins de parcs (10 %)	15 885	19 054	22 927
Valeur résiduelle statique ($r_L = 0$)	168 682	205 396	250 879
Convention « construction sur commande » (marge 10 % des coûts, ni frais de vente ni parcs)	266 187	330 792	399 479

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch41_phmu.py`, fonction `residuel_developpement` ; intérêts par `traite.finance.interets_intermediaires`.

La dernière ligne du tableau 41.5 applique la convention de la **construction sur commande**, celle du chapitre 21 : l'acheteur fait bâtir pour lui-même, ne vend rien, ne paie ni frais de vente ni contribution pour fins de parcs, et l'entrepreneur qui coordonne le chantier reçoit un incitatif de 10 % des coûts de construction, de démolition et de financement. Sous cette convention, le résidu de la maison neuve est de 266 187 $, celui du duplex de 330 792 $ et celui du triplex de 399 479 $. Ces trois derniers chiffres n'ont pas le même statut. Celui de la maison neuve décrit un acheteur réel et fréquent dans un quartier établi, le ménage qui achète un lot ou une maison à démolir pour y faire bâtir sa résidence ; et il est cohérent avec le prix des terrains unifamiliaux sur le marché synthétique, 277 000 $, dont il s'écarte de 4 %. Ceux du duplex et du triplex supposent qu'un ménage fasse bâtir trois logements sans les vendre et sans exiger de rémunération pour le risque de les louer ou de les revendre ; ils ne décrivent pas un acheteur probable et ne servent qu'à montrer ce que la convention de marge fait au résultat. La comparaison des deux conventions enseigne que la valeur résiduelle n'est pas un nombre, mais une fonction de l'acheteur que l'on suppose.

Un troisième point de repère complète le tableau. Si le triplex, au lieu d'être vendu à la pièce en copropriété divise, était vendu en bloc à un investisseur au prix par logement des triplex existants du cas 2, 281 000 $ à Limoilou (`traite.cas2`, 127 ventes de plex de deux et trois logements, chapitre 32), le produit ne serait que de 843 000 $ et le reste à la livraison serait négatif, de −33 826 $: le triplex locatif échouerait au test de faisabilité financière. La vente à la pièce est donc, dans cet exemple, la seule voie par laquelle la densification est faisable, ce qui rejoint une observation courante des marchés québécois où les petits plex neufs se vendent en copropriété divise plutôt qu'en bloc ; le chapitre 42 traite de l'écart entre la valeur en bloc et la valeur à la pièce.

41.5.4 Conclusions sur la plus haute et meilleure utilisation

Terrain réputé vacant. Les trois usages permis et possibles laissent un résidu positif et sont donc financièrement faisables au sens strict. Pour désigner le plus productif, chaque usage est évalué avec la marge de son acheteur type : la maison neuve avec la convention de la construction sur commande (266 187 $), le duplex et le triplex avec celle du promoteur-marchand (190 541 $ et 229 265 $). La maison neuve l'emporte, et la conclusion est corroborée par deux faits : le prix des terrains unifamiliaux sur le marché, 277 000 $, est supérieur à ce qu'un promoteur pourrait payer pour y bâtir un plex, ce qui signifie que les promoteurs sont systématiquement surenchéris par les ménages ; et le voisinage est composé de maisons, de sorte qu'un triplex y serait l'usage non conforme. La plus haute et meilleure utilisation du terrain réputé vacant est l'habitation unifamiliale, et la valeur du terrain de 277 000 $ retenue au chapitre 25 est cohérente avec cette conclusion. L'écart de 10 813 $ entre le prix du marché et le résidu de la maison neuve, soit 4 %, est de l'ordre de la prime d'attente que Quigg (1993) mesurait, et il peut se lire comme la valeur, pour l'acheteur d'un terrain, de la possibilité de bâtir plus tard ou plus grand ; il peut aussi se lire comme une marge d'entrepreneur légèrement inférieure à 10 %. On remarquera que, du point de vue d'un promoteur seul, le classement serait inversé : le triplex laisse le plus grand résidu, le duplex le suivant et la maison le plus faible, parce que la densité amortit la démolition et le terrain sur plus de plancher. C'est le marché des acheteurs, non le calcul du promoteur, qui tranche.

Bien amélioré. La valeur de la maison dans son usage actuel, 600 000 $, excède de loin la meilleure valeur résiduelle du terrain, démolition comprise, quelle que soit la convention. Par l'équation (41.3), la contribution du bâtiment est de $600000 - 277000 = 323\,000$ $, très positive : la maison de 28 ans n'est pas un obstacle à l'usage du terrain, elle en est la meilleure utilisation, et l'équation (41.2) conclut au maintien de l'usage actuel. Les primes d'option immédiates $\max\{0, V_L - V_{\text{act}}\}$ sont nulles pour les trois usages. Pour que la démolition en faveur du triplex devienne rentable, il faudrait, par l'équation (41.7), un produit de vente de 1 776 390 $, soit une hausse de 45,0 % du prix des unités neuves à coûts constants, ou une baisse équivalente de la valeur de la maison ; pour que le triplex devienne simplement compétitif avec le prix des terrains unifamiliaux, une hausse de 5,8 % suffirait. La figure 41.2 résume ces résultats : à prix de base, la valeur résiduelle croît avec la densité, mais elle reste sous le prix du marché des terrains pour tous les usages de promoteur ; une hausse de 15 % des prix placerait le duplex et le triplex au-dessus de ce prix, et c'est alors seulement que la densification deviendrait la PHMU du terrain vacant.

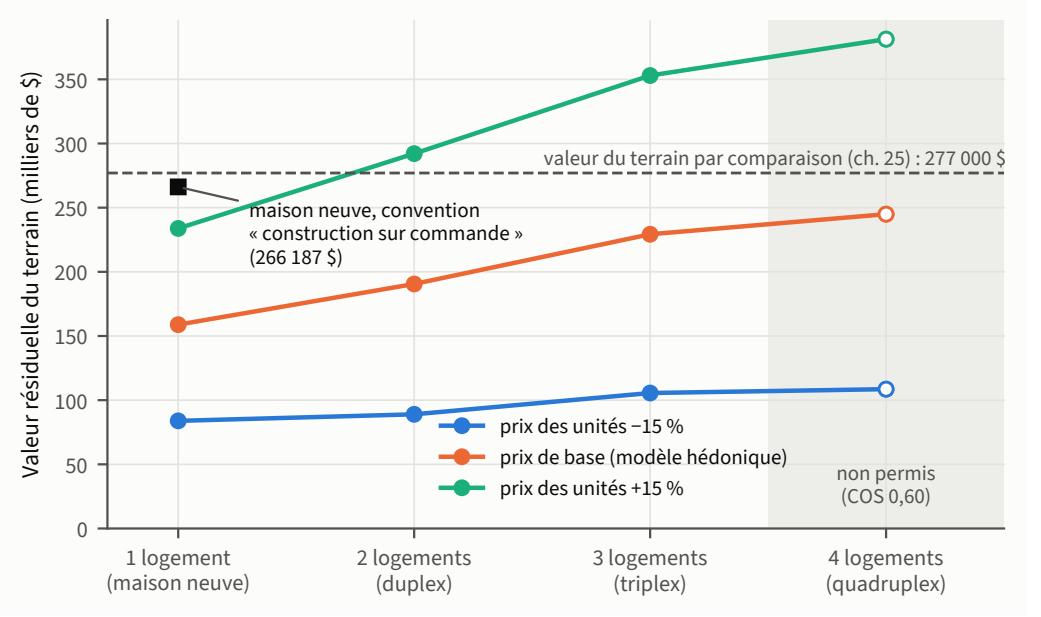


FIGURE 41.2. Valeur résiduelle du terrain de 620 m^2 selon le nombre de logements du programme, convention du promoteur-marchand, pour trois niveaux de prix des unités neuves. À prix de base, aucun usage de promoteur n'atteint le prix des terrains unifamiliaux par comparaison (tireté), alors que la maison neuve bâtie sur commande (carré) s'en approche ; une hausse de 15 % des prix porterait les plex au-dessus. Le quadruplex (grisé) échoue au test légal.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch41_figures.py`, fonction `courbe_densite` ; graine 20261031.

41.5.5 La valeur de l'attente : arbre binomial à deux périodes

La conclusion du bien amélioré est nette, mais elle est datée : les prix des unités neuves bougent, et la maison vieillit. L'option de redéveloppement a-t-elle une valeur aujourd'hui ? L'arbre binomial de la section 41.4 répond avec les paramètres suivants, tous déclarés : deux périodes de cinq ans, soit un horizon de décision de dix ans ; une volatilité du prix réel des unités neuves de 10 % par année ; un taux sans risque réel de 2 % ; un rendement de détention de 4,5 %, qui est l'ordre de grandeur des taux de capitalisation des immeubles résidentiels de faible hauteur publiés pour Montréal au troisième trimestre de 2026 et sert ici d'hypothèse pour un triplex neuf (chapitre 29). Tous les montants sont en dollars constants de 2026 ; les coûts et la valeur de la maison sont supposés stables en termes réels sur l'horizon, ce qui est une simplification que la sensibilité relâche en faisant varier la valeur en usage. Par l'équation (41.10), $u = e^{0{,}10\sqrt{5}} = 1{,}2506$ et $d = 0{,}7996$; par l'équation (41.11), $\Phi = (1{,}02/1{,}045)^5 = 0{,}8860$ et $q = (0{,}8860 - 0{,}7996)/(1{,}2506 - 0{,}7996) = 0{,}1915$; le facteur d'actualisation par période est $1{,}02^{-5} = 0{,}9057$. Les coefficients de l'équation (41.9) pour le triplex sous la convention du promoteur sont $a = 0{,}6729$ et $b = 1\,195\,378\,\$$, de sorte que le seuil de la règle de la valeur actuelle nette est $b/a = 1\,776\,390\,\$$, le produit de seuil déjà trouvé.

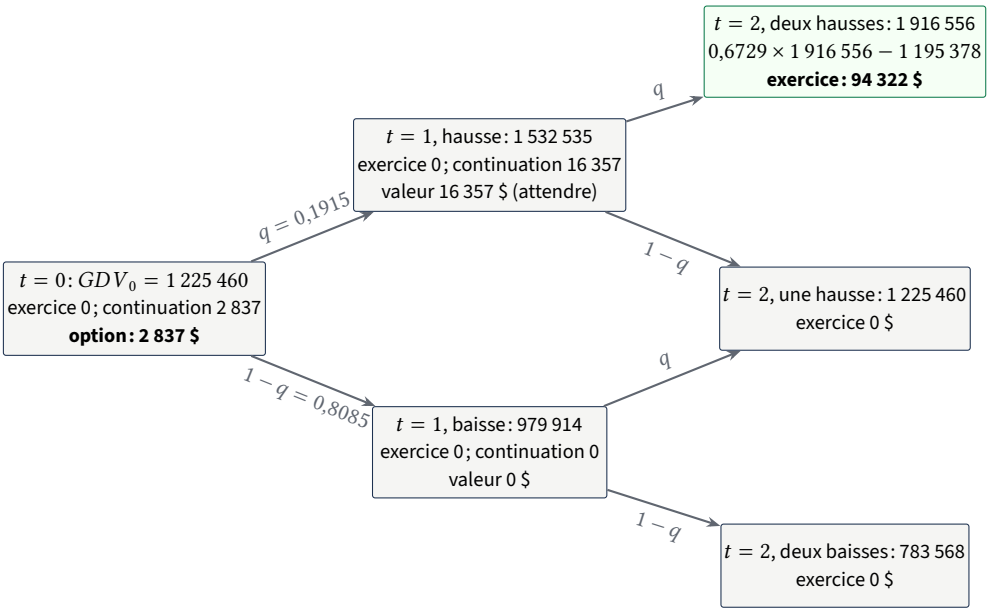


FIGURE 41.3. L'arbre binomial à deux périodes de cinq ans pour l'option de redéveloppement en triplex du terrain du cas 1 ($u = 1{,}2506$, $d = 0{,}7996$, facteur d'actualisation 0,9057 par période). Un seul nœud terminal est dans la monnaie ; la valeur de l'option à la date d'évaluation est $0{,}1915^2 \times 0{,}9057^2 \times 94\,322 = 2\,837\,\$$, soit 0,47 % de la valeur en usage.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `analysis/python/cases/ch41_phmu.py`, fonction `option_redeveloppement`.

La figure 41.3 déroule l'arbre. Après deux hausses, le produit atteint 1 916 556 $ et l'exercice rapporte $0{,}6729 \times 1916556 - 1195378 = 94\,322\,\$$; dans les deux autres états terminaux, 1 225 460 $ et 783 568 $, le produit reste sous le seuil et l'option expire sans valeur. Au nœud de

hausse de la première période, le produit de 1 532 535 $ est encore sous le seuil de 1 776 390 $, l'exercice immédiat ne rapporte rien, et la continuation vaut $0{,}9057 \times 0{,}1915 \times 94322 = 16\,357$ $; au nœud de baisse, la continuation est nulle. À la date d'évaluation, l'option vaut $0{,}9057 \times 0{,}1915 \times 16357 = 2\,837$ $, soit 0,47 % de la valeur en usage. La valeur du bien amélioré, option comprise, est donc de 602 837 $ plutôt que de 600 000 $; l'arrondi au 5 000 $ de la conclusion du chapitre 20 l'absorbe entièrement. Les options américaine et européenne coïncident ici parce que l'exercice anticipé n'est jamais optimal : la frontière d'exercice à la première date de décision est à 1 874 959 $, au-dessus du seuil de la valeur actuelle nette, et le nœud de hausse en est loin. Le résultat chiffre ce que l'intuition suggérait : pour une maison de 28 ans en bon état dont le bâtiment représente plus de la moitié de la valeur, l'option de redéveloppement existe, mais elle est profondément hors de la monnaie et ne pèse presque rien. Le chapitre 8 avait trouvé, pour une maison de 1958 de Val-Fictif dont le terrain rezoné valait plus que la maison, une prime de 22,7 % ; les deux résultats encadrent la réalité des quartiers en densification, où la prime est concentrée sur les bâtiments les plus anciens et les plus petits, conformément aux mesures de Clapp et al. (2012) et de Dye et McMillen (2007).

41.5.6 Le seuil de Capozza et Helsley appliqué au sujet

L'équation (41.15) offre une lecture complémentaire en termes de rentes. En interprétant la rente de l'usage actuel comme le rendement de détention de la maison, $R_A = 0{,}045 \times 600000 = 27\,000$ $ par année, la rente du triplex comme $R_T = 0{,}045 \times 1225460 = 55\,146$ $ par année, le coût de conversion comme la somme des coûts, de la démolition et des intérêts, $C = 716\,656$ $, le taux comme $r = 4{,}5$ %, la dérive comme 1 % de la rente du triplex par année ($g = 551$ $) et la volatilité comme 10 % de cette rente ($\sigma = 5\,515$ $ par année), on obtient $\alpha = 3{,}92 \times 10^{-5}$, un seuil de certitude $R_A + rC = 59\,250$ $ et une prime d'irréversibilité $1/\alpha - g/r = 13\,249$ $, d'où $R^* = 72\,498$ $. Sous certitude, la conversion exigerait que la rente du triplex dépasse de 7,4 % son niveau actuel ; sous incertitude, de 31,5 %. Le seuil de certitude est plus bas que celui de la méthode résiduelle (une hausse de 45 % du produit) parce que le modèle de Capozza et Helsley ne compte ni frais de vente, ni marge de promoteur, ni contribution pour fins de parcs, ni délai de construction : il décrit un propriétaire qui convertit lui-même, sans friction, et il est en cela le pendant en temps continu de la convention de la construction sur commande. Ce que le modèle ajoute, et que la méthode résiduelle ne peut pas donner, est la mesure de l'attente : l'incertitude relève le seuil de conversion d'un quart, et elle le ferait davantage encore si la volatilité était plus forte. L'exercice 41.6 reprend le calcul avec d'autres paramètres.

41.6 Sensibilité : ce qui pèse le plus

Les conclusions de la section 41.5 reposent sur des hypothèses que l'évaluateur fixe par jugement. Le tableau 41.6 fait varier une à une les principales autour du cas de base du triplex sous la convention du promoteur, dont la valeur résiduelle est de 229 265 $. Le prix des unités domine : une variation de 15 % fait passer le résidu de 105 569 $ à 352 962 $, soit de −54 à +54 %, conformément à l'équation (41.8), dont l'élasticité vaut ici $1 + b/V_L = 3{,}6$. Le coût de construction vient ensuite, avec une variation de ±10 % qui déplace le résidu de ±25 % ; puis la marge, dont le passage de 10 à 20 % du produit retranche 101 807 $. Le délai, le taux et les frais de vente pèsent moins, mais ils ne sont pas négligeables : six mois de plus coûtent 11 683 $, et deux points de frais de vente 20 361 $. La contribution pour fins de parcs,

lorsqu'elle est exigible, retranche exactement $\tau/(1+\tau) = 9{,}1$ % du résidu hors contribution. La figure 41.4 généralise le tableau en représentant la valeur résiduelle sur le plan des prix et des coûts : les isovaleurs sont des droites, parce que le résidu est linéaire dans l'un et l'autre ; la droite du prix des terrains unifamiliaux passe à 6 % au-dessus du cas de base dans la direction des prix et à 7 % au-dessous dans celle des coûts, et la droite de la démolition rentable, à 45 % et −80 % respectivement, est hors de portée de toute variation plausible des coûts seuls.

Tableau 41.6. Sensibilité de la valeur résiduelle du triplex (convention du promoteur, cas de base 229 265 $) à chaque hypothèse, les autres étant maintenues

Hypothèse	Variante basse	V_L ($)	Variante haute	V_L ($)	Étendue (%)
Prix des unités neuves	−15 %	105 569	+15 %	352 962	108
Coût de construction	−10 %	286 246	+10 %	172 285	50
Marge du promoteur	10 % du produit	280 169	20 % du produit	178 362	44
Frais de vente	2 %	249 627	6 %	208 904	18
Contribution pour fins de parcs	0 %	252 192	10 %	229 265	10
Durée totale	12 mois	241 459	24 mois	217 582	10
Taux du prêt et du portage	5,00 %	236 137	7,50 %	221 939	6

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch41_phmu.py`, fonction `sensibilite_triplex` ; étendue = (haute − basse)/cas de base en valeur absolue.

La valeur de l'option est, elle, gouvernée par la volatilité et par la distance à la frontière. Le tableau 41.7 croise la volatilité du prix des unités et la valeur de la maison en usage, celle-ci étant abaissée à 450 000 $ et 300 000 $ pour représenter un bâtiment plus ancien ou plus déprécié, le terrain restant le même. À 5 % de volatilité, l'option ne vaut rien dans les trois cas : aucun état de l'arbre n'atteint le seuil. À 10 %, elle vaut 2 837 $ pour la maison du sujet, 7 348 $ pour une maison de 450 000 $ et 23 568 $ pour une maison de 300 000 $. À 20 %, les primes montent à 47 939 $, 59 015 $ et 95 247 $, soit 8, 13 et 32 % des valeurs en usage respectives. La figure 41.5 représente ces courbes et la frontière d'exercice à la première date de décision : au-dessous de 6 % de volatilité, la frontière se confond avec le seuil de la valeur actuelle nette, parce que le rendement de détention perdu en attendant l'emporte sur toute valeur d'attente ; au-delà, elle s'en écarte de plus en plus, et à 20 % de volatilité il faudrait que le produit dépasse le seuil de la valeur actuelle nette d'un cinquième pour que l'exercice immédiat soit préférable à l'attente. Pour l'évaluateur, deux conséquences. La volatilité est un paramètre qu'il ne peut pas fixer arbitrairement : elle se mesure sur les indices de prix (chapitre 35) et, pour des unités neuves, elle est vraisemblablement de l'ordre de 5 à 15 % par année en termes réels, ce qui place la prime du sujet entre zéro et quelques dizaines de milliers de dollars. Et la prime n'a de pertinence que pour les biens dont la contribution du bâtiment est faible : pour la maison du sujet, elle est absorbée par l'arrondi de la conclusion ; pour une maison de 300 000 $ sur le même terrain, elle serait une composante de la valeur que l'évaluateur devrait expliquer et, si des ventes de démolition dans le secteur la confirment, retenir.

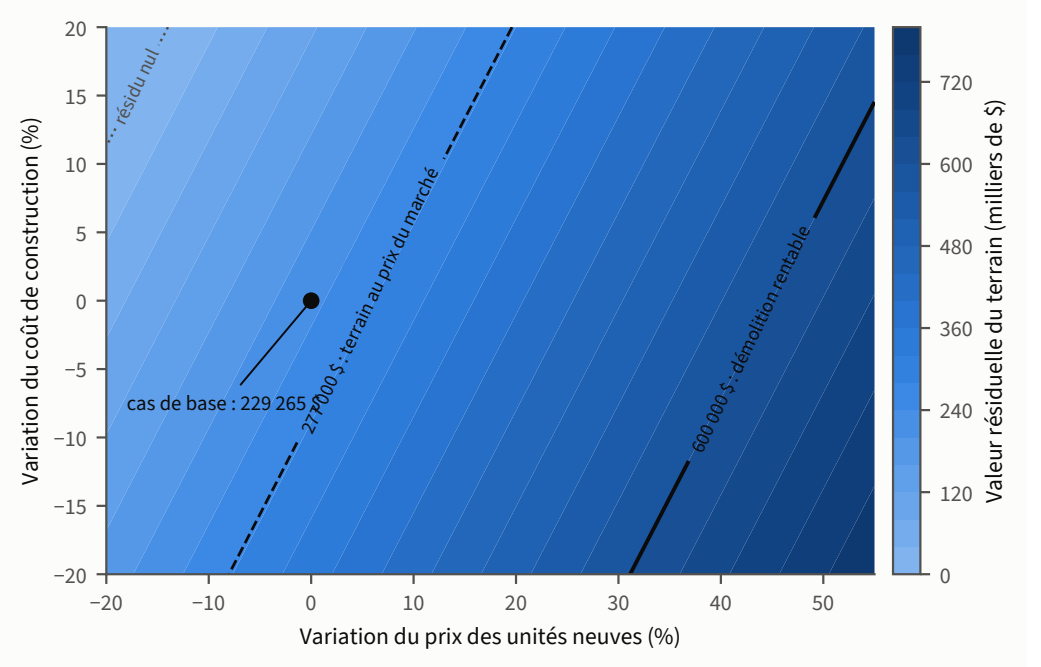


Figure 41.4. Valeur résiduelle du terrain pour le triplex (convention du promoteur) selon la variation du prix des unités neuves et du coût de construction. Les isovaleurs sont des droites ; celle du prix des terrains unifamiliaux par comparaison (tireté) est proche du cas de base, celle de la démolition rentable (trait plein, $V_L = 600\,000$ \$) exige une hausse des prix d'environ 45 % à coûts constants.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch41_figures.py`, fonction `surface_prix_cout`.

Tableau 41.7. Prime de l'option de redéveloppement en triplex ($, arbre à deux périodes de cinq ans) selon la volatilité annuelle du prix des unités et la valeur de la maison en usage

Valeur en usage ($)	$\sigma = 5\,\%$	$\sigma = 10\,\%$	$\sigma = 15\,\%$	$\sigma = 20\,\%$	$\sigma = 25\,\%$
600 000	0	2 837	21 420	47 939	77 556
450 000	0	7 348	29 116	59 015	95 946
300 000	0	23 568	58 416	95 247	132 208

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch41_phmu.py`, fonction `option_redeveloppement` ; $r = 2\,\%$, $y = 4{,}5\,\%$, coûts et produit du triplex du tableau 41.5.

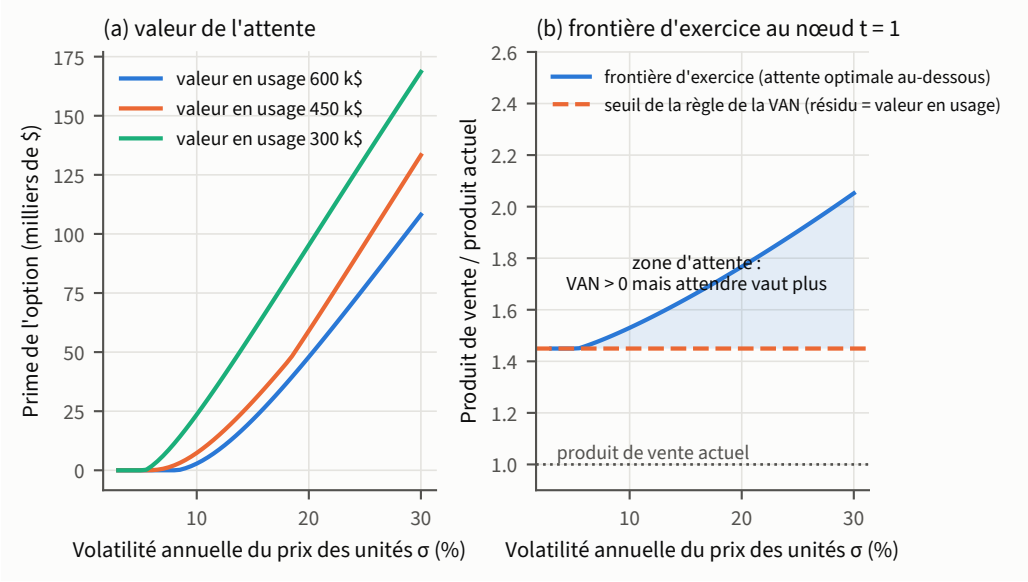


FIGURE 41.5. (a) Prime de l'option de redéveloppement en triplex selon la volatilité du prix des unités, pour trois valeurs de la maison en usage : la prime croît avec la volatilité et décroît avec la contribution du bâtiment. (b) Frontière d'exercice au premier nœud de décision, rapportée au produit de vente actuel, et seuil de la règle de la valeur actuelle nette : la zone entre les deux est celle où le projet est rentable mais où attendre vaut davantage.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch41_figures.py`, fonction `fig_frontiere`.

Le cadre québécois de l'analyse de développement

Les contraintes légales qui entrent dans la méthode résiduelle et dans le premier test de la PHMU sont, pour l'essentiel, celles du chapitre 8, et l'évaluateur les vérifie à la date d'évaluation dans leur version en vigueur. La contribution pour fins de parcs ne peut excéder 10 % de la superficie ou de la valeur du site (QUÉBEC 1979a, art. 117.4), et les articles 117.1 à 117.4 ont été réécrits par la Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions, sanctionnée le 1er juin 2023 (QUÉBEC 2023a) ; la valeur du site qui sert d'assiette relève elle-même de l'évaluateur agréé et peut être contestée, comme l'arrêt *Ville de Sainte-Julie c. Investissements Laroda inc.* de 2025 l'a rappelé pour une cession excédentaire (COUR SUPRÊME DU CANADA 2025). Un règlement d'inclusion peut assujettir le permis à une entente sur le logement abordable, social ou familial (QUÉBEC 1979a, art. 145.30.1), dont la charge se transmet au terrain. La densité ne peut être obtenue par dérogation mineure, qui exclut l'usage et la densité d'occupation du sol (QUÉBEC 1979a, art. 145.1), mais seulement par un projet particulier (QUÉBEC 1979a, art. 145.36) ou une modification du règlement, avec la probabilité et le délai que l'équation (8.9) pondère. En zone agricole, aucun usage autre que l'agriculture n'est permis sans l'autorisation de la Commission de protection du territoire agricole (QUÉBEC 1978, art. 26). Le changement d'utilisation d'un terrain inscrit comme contaminé est subordonné à l'approbation d'un plan de réhabilitation (QUÉBEC 1972, art. 31.53 et 31.54), et les coûts de décontamination entrent dans la démolition et la préparation du site ;

la construction neuve d'une résidence est interdite dans les classes d'exposition très élevée, élevée et modérée du cadre des zones inondables en vigueur depuis le 1er mars 2026 (chapitre 43). Enfin, pour les coûts, le Québec dispose de l'IPCB de Statistique Canada pour Montréal (Statistique Canada 2026e) et des conventions collectives de la construction (Commission de la construction du Québec 2026), mais d'aucun barème public de coût multilogement : la transposition du devis unifamilial par le ratio des indices, employée ici comme au chapitre 23, est un pis-aller déclaré. Textes à jour au 15 octobre 2026, consultés le 31 octobre 2026.

Erreurs fréquentes

- Appliquer les quatre tests dans le désordre, ou omettre les deux premiers : chiffrer la faisabilité d'un usage que la grille n'autorise pas, ou que le terrain ne peut physiquement recevoir, produit une valeur résiduelle sans objet.
- Confondre la PHMU du terrain réputé vacant et celle du bien amélioré : conclure à la démolition parce que le terrain nu vaudrait davantage sous un autre usage, sans vérifier que cette valeur, nette de la démolition, excède la valeur du bien dans son usage actuel (équation (41.2)).
- Comparer des valeurs résiduelles calculées avec des marges incohérentes avec l'acheteur type de chaque usage, ou appliquer à une maison bâtie sur commande la marge d'un promoteur-marchand, et inversement.
- Compter le risque deux fois, dans une marge pleine et dans un taux d'actualisation « de risque » ; ou compter l'incitatif de l'entrepreneur dans le coût neuf *et* une marge de promoteur dans le résidu.
- Oublier la contribution pour fins de parcs, la charge d'inclusion, les frais de vente ou les intérêts intérimaires, qui sont chacun de l'ordre de 2 à 10 % du produit et dont l'omission gonfle le résidu d'autant, amplifiée par l'effet de levier de l'équation (41.8).
- Exprimer les prix de sortie à une date de livraison future avec une croissance anticipée tout en actualisant le résidu : la croissance est une source d'option, non un intrant certain.
- Ajouter une prime d'option calculée à la valeur d'un bien sans que des ventes du marché la confirment, ou, à l'inverse, évaluer une maison ancienne dans un quartier en densification par comparaison avec des maisons récentes, en ignorant que ses comparables sont des terrains.

Limites et mises en garde

Les modèles de ce chapitre sont des modèles d'évaluation et d'économie urbaine, non des règles de droit ni des exigences des normes professionnelles ; la définition de la PHMU et l'ordre des quatre tests suivent la pratique nord-américaine telle que la codifie l'Appraisal Institute, et le lecteur consultera les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ et les normes internationales pour les exigences formelles de contenu du rapport (chapitre 10). Le cadre juridique est décrit d'après les lois à jour au 15 octobre 2026, non d'après les règlements municipaux, qui varient et que l'évaluateur doit lire

pour chaque mandat ; le zonage de l'exemple est fictif. Les résultats numériques de la section 41.5 proviennent d'un dossier synthétique et d'hypothèses déclarées : les prix de sortie des unités neuves reposent sur un modèle hédonique estimé sur des maisons isolées et sur des décotes de copropriété qui ne sont pas des mesures ; les coûts des plex sont une transposition du devis unifamilial par le ratio des indices IPCB, faute de barème multilogement public ; la marge de 15 %, les frais de vente de 4 %, la démolition de 30 000 $, les durées, la part financée et le taux de portage sont des choix de l'auteur ; aucun de ces chiffres ne décrit le marché de Gatineau et aucun ne doit servir de référence. Le modèle binomial suppose une volatilité, un rendement de détention et un taux réel constants, des coûts et une valeur en usage stables en termes réels, et deux dates de décision seulement ; le seuil de Capozza et Helsley suppose une rente brownienne arithmétique et un propriétaire sans friction. Les primes d'option obtenues sont des ordres de grandeur conditionnels à ces hypothèses, et elles ne sauraient être ajoutées à une conclusion de valeur sans confirmation par des ventes. Enfin, la littérature citée a été vérifiée dans ses références bibliographiques, mais ses résultats empiriques, notamment la prime d'attente d'environ 6 % de Quigg (1993), concernent des marchés américains des années 1970 à 2000 et ne se transposent pas tels quels au Québec de 2026.

À retenir

- La plus haute et meilleure utilisation est l'usage légalement permis, physiquement possible et financièrement faisable qui confère au bien la valeur la plus élevée ; les quatre tests s'appliquent dans cet ordre, les trois premiers construisent l'ensemble des usages admissibles et le quatrième désigne le maximum. La Loi sur la fiscalité municipale en contient l'idée sous le nom d'« utilisation la plus probable » (art. 43 et 46).
- L'analyse se conduit deux fois pour un bien bâti : terrain réputé vacant, qui fonde l'évaluation du terrain et le choix des terrains comparables ; bien amélioré, qui conclut au maintien, à la conversion ou à la démolition selon $V = \max\{V_{\text{act}}, V_L^* - D\}$. La démolition n'est justifiée que si la contribution du bâtiment est inférieure à l'opposé du coût de démolition ; les ventes de démolition-reconstruction révèlent la valeur du terrain par $\hat{V}_L = P_{\text{td}} + D$.
- La méthode résiduelle de développement avec calendrier s'écrit $V_L = [GDV(1 - c_v) - C - D - F - M]/[(1+\tau)(1+r_L)^T]$; elle est linéaire dans le produit de vente, son élasticité au produit excède l'unité et ses résultats ne sont comparables entre usages que si la marge est celle de l'acheteur type de chaque usage.
- L'irréversibilité du développement donne une valeur à l'attente : l'arbre binomial à deux périodes, avec la probabilité risque-neutre $q = (\Phi - d)/(u - d)$ et $\Phi = [(1+r)/(1+y)]^{\Delta t}$, évalue l'option de redéveloppement et sa frontière d'exercice ; le seuil de Capozza et Helsley, $R^* = R_A + rC + (1/\alpha - g/r)$, montre que l'incertitude relève le seuil de conversion d'une prime d'irréversibilité.
- Pour le terrain du cas 1 sous un zonage fictif de un à trois logements, la PHMU du terrain vacant est la maison unifamiliale (résidu de 266 187 $ contre 229 265 $ pour le

triplex de promoteur, prix du marché 277 000 $) et celle du bien amélioré est le maintien de la maison (contribution du bâtiment 323 000 $) ; l'option de redéveloppement vaut 2 837 $, soit 0,47 % de la valeur, et il faudrait une hausse de 45 % des prix des unités neuves pour que la démolition devienne rentable.
- Le prix des unités neuves domine la sensibilité de la valeur résiduelle, suivi du coût et de la marge ; la volatilité des prix et la contribution du bâtiment gouvernent la valeur de l'option, qui n'est jamais retenue sans la confirmation du marché.

Exercices

Exercice 41.1 — Les quatre tests ★

Un terrain de 900 m² dans une zone qui admet de un à quatre logements (200 m² de terrain par logement au minimum, coefficient d'occupation du sol de 0,70, trois étages, une case de stationnement par logement) est occupé par une maison de 1952 en mauvais état. Un promoteur envisage un immeuble de six logements de 80 m² et un autre de quatre logements de 110 m². Pour chaque programme, dites s'il franchit le test légal (nombre de logements, aire de plancher avec un rapport habitable/brut de 0,85) et, pour celui qui le franchit, quelles vérifications physiques restent à faire. Expliquez pourquoi le test financier n'a pas à être conduit pour le programme écarté.

Exercice 41.2 — Valeur résiduelle statique ★

Un terrain rezoné admet six logements de 95 m² vendus 4 900 $/m² ; coûts directs 2 300 $/m², indirects 15 % des directs, démolition 45 000 $, marge de 15 % et financement de 3 % du produit, contribution pour fins de parcs de 10 % de la valeur du site. (a) Calculez la valeur résiduelle par l'équation (8.8) (fonction `valeur_residuelle_redeveloppement` du chapitre 8). (b) Recalculez-la sans financement ni contribution et commentez l'écart. (c) La maison existante vaut 520 000 $ dans son usage actuel : la démolition est-elle justifiée ?

Exercice 41.3 — Calendrier et financement intérimaire ★★

Un projet de quatre logements de 100 m² sur un terrain vacant est vendu 1 800 000 $ au total après 24 mois ; coûts directs et indirects 2 300 $/m² ; frais de vente 4 % ; marge 15 % du produit ; prêt de construction de 75 % des coûts à 6,19 %, mise de fonds couvrant les premiers déboursés ; contribution pour fins de parcs 10 % ; portage du terrain à 6,19 %. (a) Calculez les intérêts intérimaires par l'équation (23.6), le reste à la livraison et la valeur résiduelle par l'équation (41.5). (b) Comparez à la valeur statique ($r_L = 0$) et exprimez le coût du temps en pourcentage. (c) Écrivez la forme linéaire (41.6) et calculez l'élasticité (41.8) au produit de vente.

Exercice 41.4 — Extraction par les démolitions-reconstructions ★★

Dans un secteur en densification, une maison de 1948 s'est vendue 455 000 $ à un acheteur qui a obtenu un permis de démolition le mois suivant ; la démolition est estimée à 28 000 $. (a) Extrayez la valeur du terrain par l'équation (41.4) et calculez la contribution du bâtiment. (b) Une maison voisine de 1996, de 150 m², s'est vendue 610 000 $; en supposant le même terrain, calculez sa contribution de bâtiment et discutez si elle peut servir de comparable à la maison de 1948. (c) Expliquez, en vous appuyant sur Dye et McMillen (2007) et McMillen et O'Sullivan (2013), ce qu'un modèle hédonique estimé sur ce secteur mesurerait pour le coefficient de l'âge.

Exercice 41.5 — Arbre binomial à deux périodes ★★

Un bien vaut 700 000 $ en usage ; son redéveloppement rapporterait $0{,}70 \times GDV - 800000$ (valeur en usage comprise dans le second terme), avec $GDV_0 = 1\,000\,000$ $. Paramètres : deux périodes de cinq ans, $\sigma = 15$ %, $r = 2$ %, $y = 4$ %. (a) Calculez u, d, Φ et q par les équations (41.10) et (41.11). (b) Construisez l'arbre et calculez la valeur de l'option américaine par l'équation (41.12) et celle de l'option européenne. (c) Au nœud de hausse de la première période, l'exercice immédiat est-il optimal ? Interprétez l'écart entre les deux options. (d) Que vaut la règle de la valeur actuelle nette à la date d'évaluation ?

Exercice 41.6 — Seuil de Capozza et Helsley ★★★

(a) Dérivez l'équation (41.15) à partir de l'équation (41.13), en justifiant la forme de la solution, la condition de bornitude et les deux conditions au seuil. (b) Avec $R_A = 18\,000$ $ par année, $C = 600\,000$ $, $r = 5$ %, $g = 400$ $ par année et $\sigma = 4\,000$ $ par année, calculez α, le seuil de certitude, la prime d'irréversibilité et R^* ; si la rente courante du nouvel usage est de 42 000 $, de combien doit-elle croître ? (c) Montrez que la prime tend vers zéro quand $\sigma \to 0$ et qu'elle est croissante en σ. (d) Discutez la correspondance entre R_A, C et les postes de la méthode résiduelle, et ce que le modèle omet.

Exercice 41.7 — PHMU et conventions de marge ★★★

À l'aide du script `analysis/python/cases/ch41_phmu.py`, (a) recalculez les valeurs résiduelles des trois usages permis en portant la marge du promoteur à 12 % et les frais de vente à 3 %, et dites si la PHMU du terrain vacant change ; (b) trouvez, par l'équation (41.7), la hausse du prix des unités neuves à partir de laquelle le triplex de promoteur dépasse la maison neuve bâtie sur commande ; (c) abaissez la valeur en usage de la maison à 350 000 $ (bâtiment très déprécié) et calculez la prime de l'option à 10 et 15 % de volatilité ; (d) rédigez une note de 200 mots sur la façon dont vous présenteriez, dans un rapport, une conclusion de PHMU du terrain vacant qui diffère

de celle du bien amélioré, et sur les ventes du marché que vous chercheriez pour la soutenir.

Pour aller plus loin

Le traitement de référence de la plus haute et meilleure utilisation, de ses quatre tests et de l'analyse du terrain réputé vacant et du bien amélioré est celui de l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026), dont l'édition canadienne adapte le vocabulaire (UBC Real Estate Division 2010) et dont le dictionnaire fixe les définitions (Appraisal Institute 2022) ; les Normes internationales d'évaluation en donnent la définition condensée citée au début du chapitre (International Valuation Standards Council 2025). L'analyse de développement et l'évaluation des projets, avec leur financement, leur profit et leur risque, sont développées par Geltner et al. (2014), qui présentent aussi l'arbre binomial de Cox et al. (1979) comme outil d'évaluation de l'option d'attente, et par Byrne (1996) pour le traitement du risque et de l'incertitude dans la décision de développer. Le fondement théorique de l'option réelle foncière est dû à Titman (1985), et sa version en temps continu, avec la décomposition du prix du terrain en valeur d'usage, coût de conversion, prime de croissance et prime d'irréversibilité, à Capozza et Helsley (1989) et Capozza et Helsley (1990). Les tests empiriques sont ceux de Quigg (1993) et de Cunningham (2006) sur les terrains de Seattle, et de Munneke (1996) et Munneke et Womack (2020) sur la décision et la valeur de redéveloppement. Sur les démolitions-reconstructions comme révélateur de la valeur du terrain, on lira Rosenthal et Helsley (1994), Dye et McMillen (2007) et McMillen et O'Sullivan (2013), et, pour l'intégration de l'option de redéveloppement dans les modèles hédoniques, Clapp et Salavei (2010) et Clapp et al. (2012). Sur l'asymétrie que la durabilité du bâti introduit dans l'ajustement des marchés, Glaeser et Gyourko (2005) éclairent pourquoi les contributions de bâtiment négatives sont fréquentes dans les villes en déclin et rares dans celles qui croissent. Enfin, le texte de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (Québec 1979a), celui de la Loi sur la fiscalité municipale (Québec 1979b) et celui de la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (Québec 1978), dans leur version à jour, restent la première lecture pour le premier des quatre tests.

CHAPITRE 42

42

Copropriétés et conversions

La copropriété divise est devenue, en une génération, le mode d'accession à la propriété le plus répandu dans les quartiers centraux des villes québécoises, et la fraction de copropriété est aujourd'hui le bien que l'évaluateur résidentiel rencontre le plus souvent après la maison unifamiliale. Elle pose pourtant un problème d'évaluation qui lui est propre : ce que l'acheteur acquiert n'est pas un bâtiment, mais une partie privative, une quote-part indivise de parties communes qu'il ne contrôle pas seul, l'usage exclusif de quelques accessoires, et une part des engagements financiers, présents et futurs, d'une personne morale, le syndicat, dont la santé conditionne la valeur de chaque fraction. Le chapitre 7 a décrit l'architecture juridique de cette modalité de propriété et les documents que le syndicat produit depuis le 14 août 2025 ; le présent chapitre l'aborde du point de vue du marché. Il montre d'abord comment évaluer une fraction par comparaison, en distinguant les ventes conclues dans le même immeuble de celles conclues ailleurs, et en isolant les ajustements qui n'existent que pour ce type de bien : l'étage, l'orientation, le stationnement, les frais de copropriété et l'état du fonds de prévoyance. Il traite ensuite de la copropriété indivise, de la copropriété détenue pour la location, puis de la conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise, opération strictement encadrée par la Loi sur le Tribunal administratif du logement et dont la faisabilité se mesure en comparant la valeur de l'immeuble en bloc à la somme des fractions, nette des coûts et des délais. L'immeuble fictif de huit fractions du chapitre 7 sert de fil conducteur à tous les exemples, de sorte que les chiffres des deux chapitres se répondent.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- définir l'objet évalué lorsqu'il s'agit d'une fraction de copropriété divise et dresser la liste des documents à obtenir du vendeur et du syndicat avant d'en estimer la valeur ;
- organiser la recherche de comparables en deux cercles, les ventes de l'immeuble et celles d'immeubles concurrents, et expliquer pourquoi les premières éliminent une source d'erreur que les secondes ne peuvent qu'ajuster ;
- quantifier les ajustements propres à la copropriété (étage, orientation, stationnement, superficie, frais de copropriété, situation financière du syndicat) et dériver la règle de capitalisation d'un écart de charges ;

- traduire un déficit de capitalisation du fonds de prévoyance ou une cotisation spéciale en ajustement de valeur, de façon cohérente avec le chapitre 7 ;
- distinguer la valeur marchande d'une fraction, fixée par les acheteurs-occupants, de sa valeur d'investissement pour un bailleur, et situer la copropriété locative dans les données de la Société canadienne d'hypothèques et de logement ;
- décrire le cadre juridique de la conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise et conduire une analyse de faisabilité qui compare la valeur en bloc à la somme des fractions, nette des coûts, des frais, des délais et des droits des locataires.

42.1 L'objet évalué et son marché

42.1.1 La fraction, son syndicat et ce que le prix contient

La copropriété divise naît de la publication d'une déclaration qui divise l'immeuble en fractions, chacune comprenant une partie privative et une quote-part des parties communes (Québec 1991, art. 1010, 1038, 1042-1043) ; dès cette publication, la collectivité des copropriétaires forme une personne morale, le syndicat, chargée de la conservation de l'immeuble et tenue de veiller à ce que les travaux nécessaires soient effectués (Québec 1991, art. 1039). Le chapitre 7 a détaillé ce que la déclaration contient, comment la valeur relative de chaque fraction est établie selon la nature, la destination, les dimensions et la situation de la partie privative, sans égard à son utilisation (Québec 1991, art. 1041), et comment cette valeur relative, fixée une fois pour toutes, détermine la quote-part des charges et des voix (Québec 1991, art. 1053, 1064). Il a aussi posé le cadre de décomposition de la valeur d'une fraction, l'équation (7.9), qui additionne la valeur attribuable aux éléments propres de la fraction et sa part de la valeur des parties communes, puis en retranche sa part du passif latent du syndicat. Le présent chapitre part de ce cadre et le confronte au marché.

Ce qu'un acheteur paie lorsqu'il achète une fraction est donc un faisceau qui comprend quatre choses. La première est la partie privative elle-même, avec ses dimensions, sa disposition, son étage, son orientation, sa vue et son état intérieur. La deuxième est l'usage exclusif des parties communes à usage restreint qui lui sont rattachées : balcon, terrasse, case de stationnement, espace de rangement, dont l'entretien courant incombe aux seuls usagers tandis que leur remplacement est mutualisé sauf clause contraire de la déclaration (Québec 1991, art. 1064) et selon l'interprétation de la Cour d'appel rappelée au chapitre 7 (Cour d'appel du Québec 2014). La troisième est la quote-part des parties communes générales, c'est-à-dire la part de l'enveloppe, de la structure, des équipements et du terrain, dont la qualité et l'état se lisent dans le carnet d'entretien. La quatrième, la plus souvent négligée, est la position financière de la fraction dans le syndicat : les charges communes qu'elle supportera, les sommes qu'elle devra verser au fonds de prévoyance et au fonds d'auto assurance, les cotisations spéciales votées ou prévisibles, et sa part des litiges et des dettes du syndicat, puisqu'un jugement contre le syndicat est exécutoire contre chaque copropriétaire en proportion de la valeur relative de sa fraction (Québec 1991, art. 1078). Les trois premières composantes relèvent de la comparaison classique ; la quatrième exige des ajustements qui n'ont pas d'équivalent pour une maison et qui font l'objet de la section 42.2.2.

Deux clarifications s'imposent d'emblée, parce qu'elles sont la source des erreurs les plus fréquentes. D'abord, la **valeur relative** n'est pas une valeur marchande et la quote-part n'est

pas une clé de ventilation de la valeur de l'immeuble : appliquer la quote-part de 14,08 % de la fraction F4 de l'immeuble fictif à la valeur de l'immeuble entier ne donne pas la valeur de F4, parce que la valeur relative ignore l'état intérieur, les améliorations et la conjoncture, et parce que la somme des valeurs marchandes des fractions n'égale pas la valeur de l'immeuble entier détenu par un seul propriétaire, ce que la section 42.7 démontre et exploite. Ensuite, les **frais de copropriété** ne sont pas un coût homogène : ils contiennent des charges courantes, qui sont une dépense, et des contributions au fonds de prévoyance et au fonds d'auto assurance, qui sont une épargne forcée destinée à des travaux dont l'acheteur bénéficiera. Comparer deux fractions par leurs frais mensuels bruts revient à pénaliser la copropriété bien gérée, et le chapitre 7 a montré sur l'immeuble fictif que la copropriété qui verse 12 000 $ au fonds au lieu des 21 891 $ que l'étude recommande affiche des frais plus bas et porte pourtant un déficit de capitalisation de 150 908 $.

42.1.2 Le marché québécois de la copropriété en 2026

La copropriété est un marché à part entière, avec ses prix, ses délais et sa conjoncture, qu'il faut situer avant d'évaluer. Le tableau 42.1 rassemble les indicateurs publics les plus récents à la date de rédaction, et la figure 42.1 compare les prix médians des copropriétés et des unifamiliales par territoire.

Trois traits de ce tableau pèsent sur la pratique. D'abord, la copropriété est un marché de grandes villes : la RMR de Montréal concentre près d'un quart de million d'appartements en copropriété, dont plus d'une sur cinq est offerte en location, ce qui fait de la fraction louée un bien courant et de l'investisseur un acheteur significatif (section 42.6). Ensuite, les prix régionaux diffèrent autant que ceux des maisons, et la fraction de 98 m² qui se vend autour de 380 000 $ dans l'exemple de ce chapitre serait, à caractéristiques égales, nettement plus chère dans un quartier central de l'île de Montréal et moins chère à Gatineau ; les médianes du tableau 42.1 ne sont donc pas des valeurs, mais des repères pour calibrer l'ordre de grandeur de l'exemple et pour vérifier qu'une conclusion n'est pas aberrante. Enfin, la copropriété est le segment où la conjoncture se lit le plus vite : les délais de vente de 2026 y sont plus longs que pour les unifamiliales dans toutes les régions du tableau 42.1, et l'offre en forte hausse à Montréal signale un marché où l'acheteur a retrouvé du choix, ce qui affecte directement l'ajustement de conditions du marché et la durée d'exposition à retenir.

42.1.3 Les documents que l'évaluateur obtient

L'évaluation d'une fraction commence par un dossier documentaire plus lourd que celui d'une maison, et le droit en fixe désormais le contenu. Le vendeur doit remettre en temps utile au promettant acheteur une attestation du syndicat sur l'état de la copropriété, que le syndicat délivre dans les quinze jours (Québec 1991, art. 1068.1) ; le promettant acheteur peut demander au syndicat, à ses frais, les documents et renseignements qui lui permettent un consentement éclairé (Québec 1991, art. 1068.2) ; l'acquéreur, tenu des charges communes dues au moment de l'acquisition, peut obtenir un état des charges dues (Québec 1991, art. 1069). Le contenu de l'attestation est fixé par règlement : solde du fonds de prévoyance et recommandation de l'étude, contributions exigées et payées sur trois exercices, liquidités, surplus ou déficit

1. Chiffre rapporté par La Presse (« Taxes locales à Montréal : un bond de près de 9 % en 2027 », 19 octobre 2026) d'après les documents budgétaires de la Ville ; le document officiel n'a pas été lu (`sources/notes-E.md`, § ch. 28).

Tableau 42.1. Indicateurs publics du marché de la copropriété au Québec (état au 31 octobre 2026)

Indicateur	Valeur	Source et période
Prix médian Centris, copropriété, T3 2026	Province 400 000 $ (0 % a/a) ; RMR de Montréal 435 000 $ (+2 %) ; île de Montréal 477 500 $ (+1 %) ; RMR de Québec 334 900 $ (+6 %) ; RMR de Gatineau 297 450 $ (−5 %) ; RMR de Sherbrooke 327 000 $ (+4 %) ; RMR de Trois-Rivières 287 000 $	APCIQ, communiqué du 14 octobre 2026
Délais de vente médians, copropriété, T3 2026	Province 58 jours ; Montréal 61 ; Québec 34 ; Gatineau 36	APCIQ, communiqué et baromètre de Gatineau, T3 2026
Prix médian par secteur, T3 2026	Rosemont 563 200 $; Villeray 586 500 $ (petit échantillon) ; La Cité–Basse-Ville et Limoilou 320 000 $ (+18 %) ; ville de Gatineau 295 000 $	APCIQ, baromètres FSMI de Montréal, de Québec et de Gatineau, T3 2026
Valeur moyenne au rôle, copropriété	Montréal 549 600 $ (rôle 2026-2028, référence 1er juillet 2024) ; Gatineau 306 300 $ → 320 700 $ (+4,70 %, rôle 2027-2029, référence 1er juillet 2025) ; agglomération de Québec 301 539 $ (+21,6 %, rôle 2025-2027, référence 1er juillet 2023)	Villes de Montréal (communiqué du 10 septembre 2025), de Gatineau (dépôt du 27 octobre 2026) et de Québec (rôle 2025)
Univers des copropriétés et part offerte en location, octobre 2025	RMR de Montréal 233 535 unités, 21,9 % louées ; RMR de Québec 36 816, 15,5 % ; Gatineau (partie québécoise) 10 620, 27,4 %	SCHL, Enquête sur les logements locatifs, tableaux 4.3.1
Taux d'inoccupation, copropriétés offertes en location, octobre 2025	Montréal 2,1 % (1,4 % en 2024) ; Québec 0,6 % ; Gatineau 1,0 % ; appartements locatifs traditionnels : 2,9 %, 2,4 % et 3,8 %	SCHL, Enquête sur les logements locatifs, tableaux 4.1.1
Compte de taxes moyen d'une copropriété, Montréal, 2026	3 301 $ (unifamiliale : 4 939 $)	La Presse, 19 octobre 2026, source secondaire[1]

Source : compilation de l'auteur d'après Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026e), Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026c), Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026a), Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026b), Ville de Montréal (2025b), Ville de Gatineau (2026d), Ville de Québec (2024) et Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025b), consultés le 31 octobre 2026 ; les prix APCIQ sont des médianes des ventes conclues par courtier (système Centris) et non de l'ensemble des mutations.

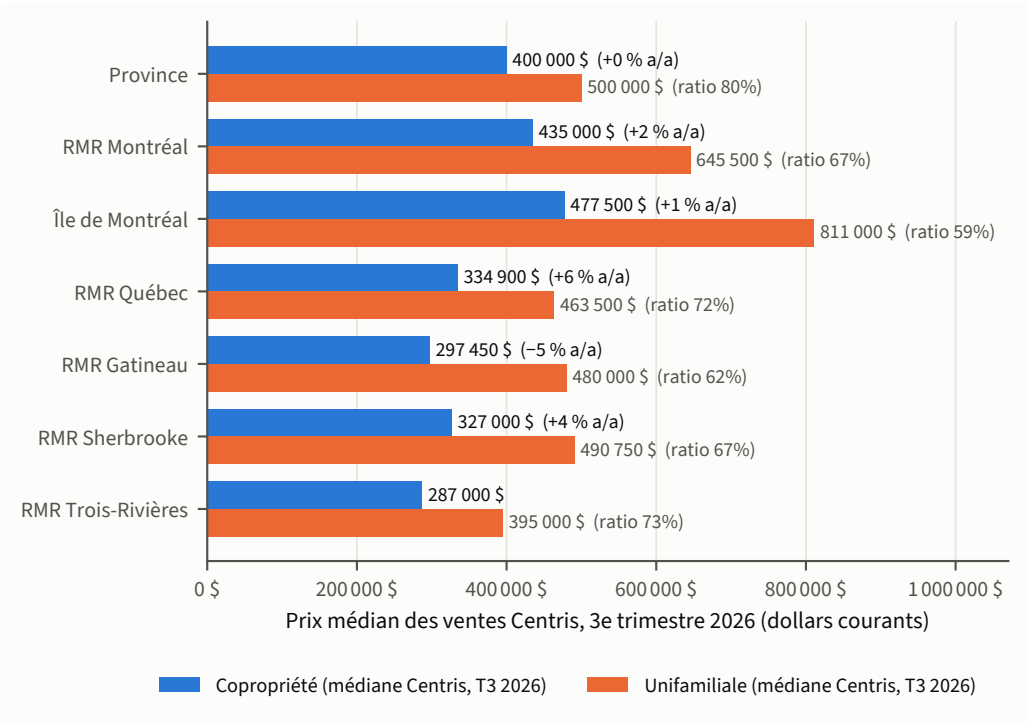


Figure 42.1. Prix médians des copropriétés et des unifamiliales vendues par l'entremise du système Centris au troisième trimestre de 2026, par territoire, avec la variation annuelle de la médiane des copropriétés et le rapport entre les deux médianes. La copropriété se vend entre 59 % (île de Montréal) et 80 % (province) du prix de l'unifamiliale, l'écart étant d'autant plus grand que le marché est cher.

Source : APCIQ, Statistiques résidentielles Centris, 3e trimestre 2026, communiqué du 14 octobre 2026 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e) ; script `analysis/python/figures/ch42_medianes.py` ; chiffres cités tels que publiés.

des trois derniers états financiers, budget, assurances et plus haute franchise, fonds d'auto assurance, inspections et sinistres des cinq dernières années, travaux majeurs réalisés depuis cinq ans et prévus pour les dix prochaines années avec leurs coûts, litiges en cours et modifications à la déclaration depuis trois ans (Québec 2025a, art. 10). Le tableau 42.2 relie chaque pièce à l'usage que l'évaluateur en fait et à la section du chapitre qui en traite.

Au Québec

L'attestation de l'article 1068.1 n'existe que depuis le 14 août 2025, date d'entrée en vigueur du Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise, et les copropriétés disposent d'un délai de trois ans et un jour à compter de cette date pour obtenir leur carnet d'entretien et leur première étude du fonds de prévoyance, le renflouement du fonds pouvant s'étaler sur au plus dix ans (Québec 2025a ; Gouvernement du Québec 2026i). Jusqu'au 15 août 2028, l'évaluateur rencontrera donc trois situations : des syndicats qui disposent déjà d'une étude conforme, dont l'attestation donne directement la recommandation et le déficit ; des syndicats qui ont une étude ancienne, obtenue dans les deux années précédant le 14 août 2025 et valide cinq ans, ou dix ans pour les petits immeubles (art. 14 du règlement) ; et des syndicats qui n'ont encore ni carnet ni étude, pour lesquels l'attestation indiquera un solde sans recommandation. Dans ce dernier cas, l'évaluateur ne peut mesurer le déficit de capitalisation qu'en reconstituant lui-même un plan de réparations sommaire à partir de l'âge des composantes, comme au chapitre 7, et il doit déclarer cette hypothèse. Les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec consacrent par ailleurs leurs normes 15 et 16 aux études de fonds de prévoyance et leurs normes 13 et 14 à l'évaluation aux fins d'assurance (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) : l'évaluateur agréé est l'un des professionnels habilités à produire ces documents (art. 1 et 7 du règlement), et il est le seul à pouvoir fixer le montant d'assurance de reconstruction de l'article 1073 (Québec 2020b, art. 3).

42.2 Évaluer une fraction par comparaison

42.2.1 Deux cercles de comparables

La méthode de comparaison s'applique aux fractions avec les règles générales des chapitres 16 et 17, mais la structure du bien impose une organisation particulière de la recherche. Écrivons le prix d'une fraction i de l'immeuble b sous la forme semi-logarithmique du chapitre 18, en séparant explicitement ce qui tient à l'immeuble de ce qui tient à la fraction :

$$\ln P_{ib} = \alpha_b + \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \tau_{t(i)} + \varepsilon_{ib}, \tag{42.1}$$

où α_b est un effet propre à l'immeuble qui résume sa localisation, son âge, sa qualité de construction, ses services, l'état de ses parties communes, le niveau de ses charges et la situation financière de son syndicat ; $\mathbf{x}_i$ rassemble les caractéristiques de la fraction (superficie, étage, orientation, stationnement, état intérieur) ; τ_t est l'effet de la date ; et ε_{ib} le bruit de transaction. Cette écriture fait apparaître les deux cercles de comparables. Le premier cercle est celui des ventes conclues dans le *même immeuble* : pour deux fractions i et j de l'immeuble

Tableau 42.2. Pièces du dossier d'évaluation d'une fraction de copropriété divise et usage de chacune

Pièce	Fondement	Usage en évaluation
Déclaration de copropriété (acte constitutif, règlement, état descriptif)	art. 1052–1053 C.c.Q.	Destination (location, usages interdits, animaux), parties communes à usage restreint rattachées à la fraction, quote-part, clauses pénales ; bassin d'acheteurs ; charges
Attestation du syndicat sur l'état de la copropriété	art. 1068.1 C.c.Q. ; CCQ, r. 8.01, art. 10	Solde et recommandation du fonds, cotisations, déficits, sinistres, travaux prévus sur dix ans, litiges : intrants de l'ajustement de situation financière (section 42.2.4)
Carnet d'entretien et étude du fonds de prévoyance	art. 1070.2, 1071 C.c.Q. ; r. 8.01, art. 1–9	État et durée de vie des composantes communes (dépréciation, chapitre 24) ; cotisation nécessaire et déficit de capitalisation (chapitre 7)
Budget, états financiers, procès-verbaux récents	art. 1068.2, 1070 C.c.Q.	Décomposition des frais en charges courantes, fonds et auto assurance ; cotisations spéciales votées ou discutées ; arrérages
État des charges dues	art. 1069 C.c.Q.	Passif qui suit la fraction ; à déduire ou à vérifier à la vente
Police d'assurance du syndicat et évaluation de la valeur de reconstruction	art. 1073 C.c.Q. ; CCQ, r. 4.1, art. 3–4	Montant assuré (reconstruction, évalué au moins tous les cinq ans par un évaluateur agréé), franchises ; règle transitoire du 0,5 %
Certificat de localisation de la partie privative	art. 1719 C.c.Q. ; A-23, r. 10, art. 10 et 14	Désignation cadastrale, contenance cadastrale (distincte de la superficie habitable, chapitre 12), servitudes
Déclarations du vendeur (formulaire DVD de l'OACIQ)	Loi sur le courtage immobilier, art. 23–26	État connu de la partie privative, travaux, sinistres, avis reçus du syndicat (formulaire propre à la copropriété divise, non consulté pour cet ouvrage)
Pour une vente neuve : contrat préliminaire, note d'information, budget prévisionnel	art. 1785–1793 C.c.Q. ; r. 8.01, art. 11–13	Incitatifs et inclusions du promoteur ; fonds de prévoyance prévisionnel (0,5 % de la valeur de reconstruction ou étude) ; protection des acomptes
Pour une conversion : rapport d'expert, circulaire d'information, autorisation du Tribunal	Loi sur le TAL, art. 54.4, 54.6	État des composantes communes, réparations prévues sur cinq ans, budget prévisionnel par fraction, état des baux (section 42.7)

Source : synthèse de l'auteur d'après Québec (1991), Québec (2025a), Québec (2020b), Québec (2020a) et Québec (2008) et `sources/normes-A.csv`, textes lus le 31 octobre 2026.

b, la différence des logarithmes des prix ne dépend plus de α_b,

$$\ln P_{ib} - \ln P_{jb} = (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)^\top \beta + \tau_{t(i)} - \tau_{t(j)} + \varepsilon_{ib} - \varepsilon_{jb}, \tag{42.2}$$

de sorte que la comparaison intra-immeuble élimine, par construction, toutes les différences de localisation, d'immeuble, de charges et de syndicat, et ne laisse à ajuster que la date et les caractéristiques de la fraction. C'est exactement le mécanisme des ventes appariées du chapitre 7 : la composante commune disparaît par différence et la variance de l'estimateur se réduit à celle des bruits de transaction, selon l'équation (7.5). Une vente récente d'une fraction semblable dans le même immeuble est donc le comparable le plus informatif qui soit, et la grille lui accorde un poids élevé même si elle est un peu plus ancienne qu'une vente externe.

Proposition 42.1 : Variance d'une indication intra-immeuble et inter-immeubles

Supposons que l'effet d'immeuble α_b soit tiré, d'un immeuble à l'autre, d'une loi de variance σ_α^2, que les bruits de transaction ε aient une variance σ^2 et que les ajustements de caractéristiques et de date soient exacts. L'indication de valeur tirée d'un comparable du même immeuble a une variance σ^2 ; celle tirée d'un comparable d'un autre immeuble, dont l'effet $\alpha_{b'}$ doit être estimé, a une variance $\sigma^2 + \sigma_\alpha^2 + \sigma_{\hat{\alpha}}^2$, où $\sigma_{\hat{\alpha}}^2$ est la variance de l'erreur d'estimation de l'écart $\alpha_b - \alpha_{b'}$; la pondération optimale de l'équation (16.6) accorde donc au comparable intra-immeuble un poids $\left(\sigma^2 + \sigma_\alpha^2 + \sigma_{\hat{\alpha}}^2\right)/\sigma^2$ fois celui d'un comparable externe.

Démonstration. Pour un comparable j du même immeuble b, l'équation (42.2) donne, après ajustement exact des caractéristiques et de la date, $\ln \hat{P}_{ib} = \ln P_{jb} + (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)^\top \beta + \tau_{t(i)} - \tau_{t(j)} = \ln P_{ib} - \varepsilon_{ib} + \varepsilon_{jb}$: l'erreur de l'indication est $\varepsilon_{jb} - \varepsilon_{ib}$, dont seule la composante ε_{jb} varie d'un comparable à l'autre, d'où une variance σ^2 autour de la valeur $\alpha_b + \mathbf{x}_i^\top \beta + \tau_{t(i)}$ que l'on cherche. Pour un comparable j d'un autre immeuble b', il faut ajouter l'écart $\alpha_b - \alpha_{b'}$, que l'on ne connaît pas et que l'on remplace par une estimation ; l'erreur devient $\varepsilon_{jb'} + (\alpha_b - \alpha_{b'}) - \widehat{(\alpha_b - \alpha_{b'})}$, et si l'estimation n'utilise pas l'information sur $\alpha_{b'}$ (comparable traité comme s'il était dans le même immeuble), la variance est $\sigma^2 + \sigma_\alpha^2$; si elle l'utilise avec une erreur de variance $\sigma_{\hat{\alpha}}^2$, la variance est $\sigma^2 + \sigma_{\hat{\alpha}}^2$, et dans le cas général elle est bornée par $\sigma^2 + \sigma_\alpha^2 + \sigma_{\hat{\alpha}}^2$. Les poids optimaux étant inversement proportionnels aux variances (proposition 16.1), le rapport annoncé suit. □

Ce résultat justifie la pratique qui consiste à accorder plus de poids aux ventes de l'immeuble, et il en précise la limite : le gain disparaît si les ajustements de syndicat et de charges, qui sont la partie mesurable de $\alpha_b - \alpha_{b'}$, sont estimés avec précision, et il est illusoire si la vente intra-immeuble n'a pas été vérifiée, parce qu'une transaction non sincère ajoute un biais que la faible variance ne compense pas.

Le second cercle est celui des ventes conclues dans des *immeubles concurrents* : les fractions que l'acheteur type du sujet aurait considérées comme des substituts, dans le même secteur et le même segment de prix. Ces ventes sont indispensables pour trois raisons. Elles seules permettent d'estimer l'effet du temps τ_t lorsque les ventes de l'immeuble sont rares ; elles seules informent sur la valeur de l'immeuble lui-même, c'est-à-dire sur α_b, que la comparaison intra-immeuble ne mesure pas ; et elles seules protègent contre le risque qu'un immeuble entier soit « hors marché », par exemple parce que ses dernières ventes ont été conclues

entre copropriétaires ou dans l'ignorance d'un problème que l'attestation révèle aujourd'hui. Pour ces comparables, l'écart $\alpha_b - \alpha_{b'}$ doit être ajusté, et c'est là que les ajustements propres à la copropriété interviennent : les différences de services et de charges, et surtout la différence de situation financière des deux syndicats.

En pratique

La procédure recommandée réunit les deux cercles dans une même grille. On recense d'abord toutes les ventes de l'immeuble du sujet sur une fenêtre élargie, jusqu'à vingt-quatre ou trente-six mois, en les ramenant à la date d'évaluation par l'indice du marché des copropriétés du secteur ; on y ajoute ensuite trois à cinq ventes récentes d'immeubles concurrents, choisies pour leur ressemblance avec le sujet au sens de la distance d'attributs du chapitre 16, en incluant si possible une fraction d'un immeuble dont la situation financière est manifestement différente de celle du sujet, afin que la grille rende visible l'ajustement de syndicat. Les ventes de l'immeuble sont vérifiées avec un soin particulier, parce que leur poids est élevé et parce que les transactions entre copropriétaires, les ventes à un locataire en place et les ventes conclues avant la découverte d'un vice des parties communes y sont plus fréquentes qu'ailleurs.

42.2.2 Les ajustements propres à la copropriété

La grille d'une fraction reprend les cinq dimensions du chapitre 16 : droits transmis, financement, conditions de vente, conditions du marché, caractéristiques du bien. Les quatre premières s'appliquent sans modification, à ceci près que le prix d'une fraction neuve vendue par un promoteur incorpore souvent des incitatifs, des inclusions et des conditions de livraison qui doivent être retranchés avant comparaison, et que la vente d'une fraction louée à un investisseur transmet un droit grevé d'un bail que l'acquéreur ne peut résilier (Québec 1991, art. 1937). La cinquième dimension, celle des caractéristiques, est où la copropriété se distingue, et quatre familles d'ajustements y apparaissent.

Étage, orientation et vue. Dans un immeuble sans ascenseur, le rez-de-chaussée se négocie en général avec une décote qui tient au bruit, à l'intimité et à la sécurité, et les étages supérieurs avec une prime qui tient à la lumière, à la vue et au calme, prime que l'effort de l'escalier tempère au troisième ; dans une tour avec ascenseur, la prime d'étage croît avec la hauteur et la vue. L'orientation agit par l'ensoleillement et par l'exposition au bruit de la rue. Ces effets sont des proportions du prix plutôt que des montants fixes, parce qu'ils portent sur l'ensemble de la partie privative ; on les écrit

$$A_j^{\text{étage}} = P_j^t \left(c_s^{\text{ét}} - c_j^{\text{ét}}\right), \qquad A_j^{\text{orient}} = P_j^t \left(c_s^{\text{or}} - c_j^{\text{or}}\right), \tag{42.3}$$

où P_j^t est le prix du comparable ramené à la date d'évaluation et $c^{\text{ét}}$, c^{or} les coefficients, en proportion du prix, de l'étage et de l'orientation, estimés par ventes appariées ou par un modèle hédonique du marché local, et comptés du point de vue du sujet. Ces coefficients de marché ne coïncident pas nécessairement avec ceux que la déclaration de copropriété a retenus pour la valeur relative : dans l'immeuble fictif du chapitre 7, la déclaration valorise le troisième étage à 1,04 et le rez-de-chaussée à 0,96, alors que le marché fictif de ce chapitre

le valorise à 1,02 et 0,96 ; la valeur relative est une convention de répartition, le coefficient de marché une mesure, et l'évaluateur ne confond pas les deux.

Stationnement et rangement. La case de stationnement intérieur et le rangement sont des parties communes à usage restreint dont la valeur est, elle, un montant à peu près fixe dans un secteur donné, parce qu'elle correspond au coût d'une solution de rechange (stationnement sur rue avec vignette, location d'une case) ; elle s'ajuste en dollars, et la vente séparée de cases dans les immeubles où la déclaration le permet en fournit la mesure la plus directe. Lorsque la case est une partie privative distincte, immatriculée séparément, elle peut être vendue ou louée indépendamment, ce qui en accroît la valeur ; lorsqu'elle est un usage restreint attaché à la fraction, elle ne peut l'être.

Superficie. La superficie de la partie privative s'ajuste au prix marginal du mètre carré, inférieur au prix moyen parce que l'élasticité du prix à la superficie est inférieure à l'unité (chapitre 16) ; dans le marché fictif de ce chapitre, dont la valeur de référence est de 3 650 $/m^2$ pour 98 m^2 avec une élasticité de 0,60, le prix marginal vaut $0{,}60 \times 3\,650 = 2\,190\,\$/m^2$. L'évaluateur veille à ce que toutes les superficies soient mesurées selon la même convention : la contenance cadastrale du certificat de localisation, la superficie habitable des fiches de courtage et la superficie brute des plans du promoteur diffèrent parfois de dix pour cent (chapitre 12).

Frais de copropriété et situation financière du syndicat. C'est la famille la plus délicate, et les deux sous-sections qui suivent lui sont consacrées.

42.2.3 La capitalisation des écarts de charges

Deux fractions identiques dont l'une supporte des charges communes plus élevées ne valent pas la même chose, et le raisonnement qui fixe l'écart est celui du coût d'usage. Un acheteur qui compare les deux arbitre entre un prix plus élevé et des charges plus faibles ; à l'équilibre, l'écart de prix compense la valeur actuelle de l'écart de charges sur son horizon de détention, puis l'effet de cet écart sur le prix de revente. Si l'écart annuel ΔC est perpétuel et croît au taux g des coûts, et si l'acheteur actualise au taux nominal r, la valeur actuelle de la charge supplémentaire est, par l'identité de Gordon du chapitre 30,

$$\mathrm{VA}(\Delta C) = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\Delta C\,(1+g)^{t-1}}{(1+r)^{t}} = \frac{\Delta C}{r-g}, \tag{42.4}$$

ce qui, avec $r = 5\ \%$ et $g = 2{,}5\ \%$, capitalise chaque dollar de charge annuelle à quarante dollars de prix. Cette borne théorique suppose que l'écart de charges est un pur coût, perçu et escompté intégralement par un acheteur rationnel ; elle est rarement atteinte, pour trois raisons. Une partie des charges plus élevées achète des services que l'acheteur valorise (ascenseur, concierge, piscine, sécurité) et qui sont déjà payés dans le prix par un autre canal, celui de la qualité de l'immeuble ; l'acheteur type a un horizon fini et escompte imparfaitement les charges lointaines ; et les charges futures sont incertaines, ce qui relève le taux effectif de capitalisation. L'évaluateur écrit donc l'ajustement avec un taux de capitalisation des charges R_c propre au marché,

$$A_j^{\mathrm{ch}} = \frac{\left(c_j - c_s\right) S_s}{R_c}, \tag{42.5}$$

où c_j et c_s sont les charges courantes annuelles par mètre carré du comparable et du sujet, S_s la superficie du sujet, et où le signe est celui du point de vue du sujet : un comparable qui paie plus de charges est inférieur au sujet, et son prix est ajusté à la hausse. Trois précisions gouvernent l'application de cette formule. Premièrement, seules les **charges courantes** entrent dans c : les contributions au fonds de prévoyance et au fonds d'auto assurance en sont exclues, parce qu'elles ne sont pas un coût mais une épargne, et parce que leur insuffisance est traitée séparément par l'ajustement de syndicat ; un immeuble dont les frais sont élevés parce que son fonds est bien doté n'est pas pénalisé. Deuxièmement, les charges courantes sont normalisées : on écarte les postes exceptionnels d'une année et l'on compare des budgets de même périmètre, en vérifiant que le chauffage, l'eau chaude ou les assurances ne sont pas inclus dans l'un et exclus de l'autre. Troisièmement, R_c n'est pas le taux d'actualisation de l'acheteur mais un paramètre de marché, à extraire par ventes appariées entre immeubles de charges différentes ou par le coefficient d'un modèle hédonique ; en l'absence de mesure, l'exemple de ce chapitre retient $R_c = 8\ \%$, hypothèse pédagogique déclarée qui capitalise un dollar de charges à douze dollars et demi de prix, à mi-chemin entre la borne de Gordon et l'indifférence, et la section 42.4 fait varier ce paramètre de 5 à 12 %. Aucune mesure québécoise vérifiée de R_c n'a été trouvée pour cet ouvrage ; la littérature nord-américaine sur l'évaluation des copropriétés souligne depuis longtemps que l'effet des frais sur les prix est l'un des points les moins bien documentés de la pratique (Lentz et Wang 1998).

42.2.4 Le fonds de prévoyance et les cotisations spéciales

Le chapitre 7 a défini le déficit de capitalisation D_0 d'un syndicat, l'équation (7.14), comme l'écart entre le solde que le fonds devrait détenir pour que la cotisation actuelle suffise et le solde qu'il détient, et il a posé, dans l'équation (7.9), que la part de ce déficit qui revient à la fraction i, soit $q_i D_0$, est retranchée de sa valeur sous l'hypothèse d'une capitalisation intégrale. La grille de comparaison transpose cette idée en un ajustement relatif : ce qui compte n'est pas le passif du sujet en soi, mais la différence entre le passif que l'acheteur du sujet devra assumer et celui que l'acheteur du comparable a assumé, puisque le prix du comparable l'incorpore déjà. En notant $d_j = q_j D_{0,b(j)}$ la part du comparable j dans le passif de son syndicat et $d_s = q_s D_{0,b(s)}$ celle du sujet, l'ajustement s'écrit

$$A_j^{\text{synd}} = \kappa \left(d_j - d_s \right), \qquad 0 \leq \kappa \leq 1, \tag{42.6}$$

où κ est le coefficient de capitalisation du passif par le marché : $\kappa = 1$ lorsque les acheteurs sont parfaitement informés et escomptent le passif dollar pour dollar, moins lorsqu'ils l'ignorent ou s'attendent à revendre avant les travaux. Le signe est à nouveau celui du point de vue du sujet : si le comparable porte un passif plus lourd que le sujet ($d_j > d_s$), son prix a été déprimé davantage et il faut le relever ; si le comparable est dans un immeuble sain alors que le sujet est sous-capitalisé, l'ajustement est négatif. Deux cas particuliers éclairent la formule. Dans le premier cercle, les comparables sont dans le même immeuble que le sujet et partagent son déficit, mais pas sa quote-part : $A_j^{\text{synd}} = \kappa(q_j - q_s)D_0$, petit mais non nul, et négatif lorsque le comparable a une quote-part inférieure à celle du sujet. Dans le second cercle, un comparable vendu dans un immeuble dont le fonds est conforme à son étude a $d_j = 0$, et l'ajustement vaut $-\kappa\, d_s$, c'est-à-dire exactement la correction de l'équation (7.9).

Le passif D ne se limite pas au déficit latent du fonds. Il comprend aussi les **cotisations spéciales** votées en vertu de l'article 1072.1 mais non encore payées, les emprunts contractés

par le syndicat pour des travaux et remboursés par les charges, les jugements et les réclamations en cours que l'attestation doit mentionner (Québec 2025a, art. 10), et les travaux prévus dans les dix prochaines années dont le financement n'est pas assuré par le fonds. Une cotisation spéciale votée est un passif certain, et la question pratique est de savoir qui la paie : l'acquéreur est tenu des charges communes dues au moment de l'acquisition (Québec 1991, art. 1069), de sorte que la part exigible après la vente lui incombe sauf stipulation contraire de la promesse d'achat ; le prix négocié en tient compte, et l'évaluateur vérifie, pour chaque comparable, si une cotisation spéciale était connue et qui l'a supportée. Lorsqu'un comparable a été vendu avec une cotisation spéciale à la charge de l'acheteur, son prix est inférieur à ce qu'il aurait été sans elle, du montant de la part de l'acheteur, et la grille le relève d'autant par l'équation (42.6), qui traite indifféremment déficit latent et cotisation votée pourvu que D soit mesuré de la même façon pour le sujet et pour chaque comparable.

Enfin, la cotisation spéciale a une dimension de *liquidité* que l'ajustement monétaire ne capture pas entièrement. Dans l'immeuble fictif, le déficit de 150 908 $ réparti selon les quotes-parts représente, pour chaque fraction, entre 2,0 et 2,3 années de charges normalisées (figure 42.2) : un appel de fonds de cette ampleur contraint des copropriétaires à emprunter ou à vendre, et il réduit le bassin d'acheteurs parce que certains prêteurs refusent de financer une fraction dont le syndicat a voté une cotisation importante non payée. Cet effet d'illiquidité, qui pousse κ au-delà de l'unité dans les immeubles en difficulté, ne peut être mesuré que sur le marché local, par des paires de ventes dans des immeubles de situation financière différente.

42.3 Exemple intégral : la fraction F4 de l'immeuble fictif

Données synthétiques

L'immeuble fictif de huit fractions du chapitre 7 sert de sujet : mêmes superficies, étages, orientations, quotes-parts, budget, cotisation votée de 12 000 $, cotisation de seuil de 21 891 $ et déficit de capitalisation de 150 908 $, tous obtenus par les fonctions `quotes_parts`, `repartition_charges`, `cotisation_seuil` et `incidence_valeur` de `analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py`. Le marché fictif qui l'entoure est défini dans `analysis/python/cases/ch42_copro.py` (graine 20261031) par des prix implicites déclarés : 3 650 $/m² pour une fraction de référence de 98 m² au deuxième étage, orientée est ou ouest, sans stationnement, dans un immeuble bien capitalisé ; élasticité prix-superficie de 0,60 ; coefficients d'étage de −4 % (rez-de-chaussée) et +2 % (troisième) ; coefficients d'orientation de −3 % (nord) et +3 % (sud) ; case de stationnement intérieur 28 000 $; croissance des prix de 2 % par année ; taux de capitalisation des charges $R_c = 8\ \%$; coefficient de capitalisation du passif $\kappa = 1$. Les prix des cinq comparables sont engendrés par ce modèle, déflatés à leur date de vente, affectés d'un bruit de transaction d'écart-type logarithmique 0,02 et arrondis à 500 $; trois immeubles concurrents fictifs (B, C, D) diffèrent par leurs charges et par la situation de leur syndicat. Le niveau des prix a été choisi pour être de l'ordre de grandeur des médianes APCIQ du tableau 42.1, sans décrire aucun marché réel ; les coefficients sont des hypothèses pédagogiques. Tous les

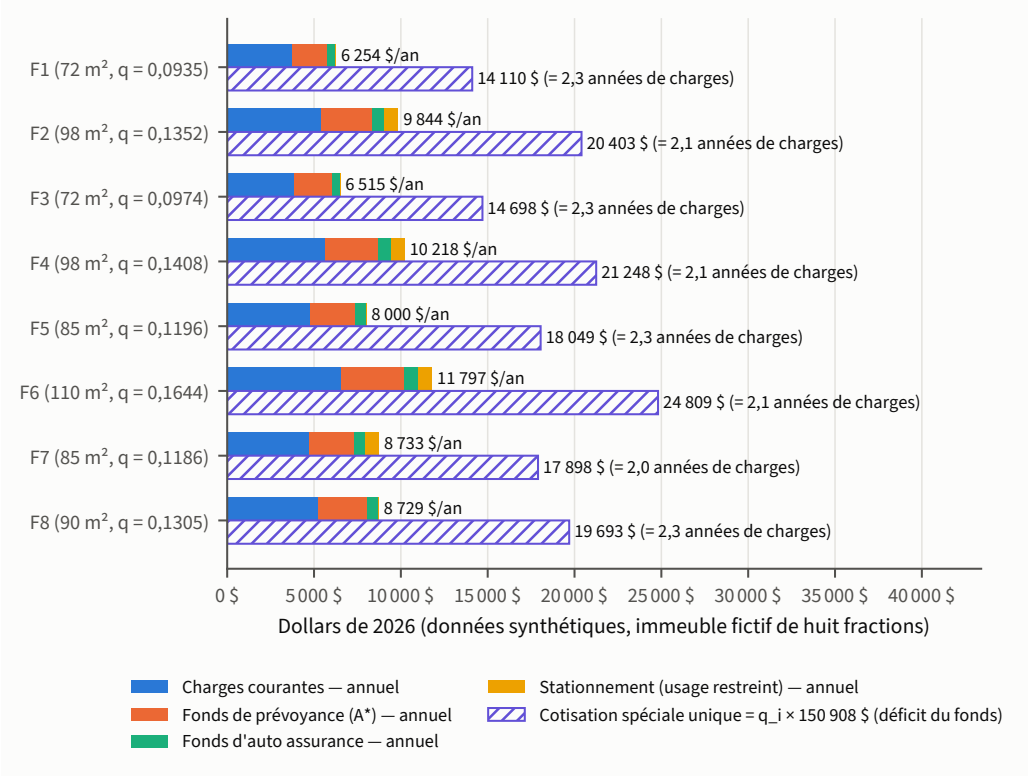


Figure 42.2. Pour chacune des huit fractions de l'immeuble fictif, les charges annuelles normalisées (charges courantes, cotisation de seuil au fonds de prévoyance, fonds d'auto assurance, stationnement à usage restreint) et la part d'une cotisation spéciale unique égale au déficit de capitalisation de 150 908 $, répartie selon la quote-part. La cotisation spéciale représente deux années de charges pour chaque fraction ; sa part est plus élevée pour les grandes fractions bien situées, dont la quote-part est plus forte.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch42_cotisation_speciale.py`, immeuble fictif du chapitre 7, graine 20261031.

chiffres de cette section et de la section 42.4 sont imprimés par le script et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch42.py`.

Exemple 42.1 : Cinq comparables, deux cercles, un passif

Le sujet est la fraction F4 : 98 m² de partie privative au deuxième étage, orientée au sud, avec une case de stationnement intérieur à usage restreint, quote-part de 14,08 %, dans l'immeuble A de huit fractions sans ascenseur. La date d'évaluation est le 1er septembre 2026. L'attestation du syndicat révèle la situation du chapitre 7 : solde du fonds de 85 000 $, cotisation votée de 12 000 $, étude recommandant 21 891 $, aucune cotisation spéciale votée. Le déficit de capitalisation reconstitué est de 150 908 $, dont la part de F4 est $0{,}1408 \times 150\,908 = 21\,248$ $; les charges courantes de l'immeuble, 40 000 $ pour 710 m², représentent 56,34 $/m² par année.

Étape 1 : les comparables. Le tableau 42.3 décrit les cinq ventes retenues. Deux appartiennent au premier cercle : F2, même superficie et même orientation que le sujet mais au rez-de-chaussée, vendue 373 000 $ six mois avant la date d'évaluation ; F7, 85 m² au deuxième étage orientée à l'est, vendue 326 500 $ dix mois plus tôt. Trois appartiennent au second cercle : C3, dans l'immeuble B de vingt-quatre fractions avec ascenseur, dont les charges courantes atteignent 78 $/m² et dont le fonds est conforme à l'étude ; C4, au troisième étage de l'immeuble C de douze fractions, orientée à l'ouest, sans stationnement, dans un syndicat dont le déficit est modéré (60 000 $, quote-part de 9 %, soit 5 400 $) ; C5, au rez-de-chaussée de l'immeuble D de huit fractions, vendue 330 500 $ alors qu'une cotisation spéciale de 240 000 $ venait d'être votée et que l'acheteur en assumait la part de 13 %, soit 31 200 $.

Étape 2 : les ajustements. L'ajustement de conditions du marché ramène chaque prix à la date d'évaluation au taux de 2 % par année, soit +3 712 $ pour F2 et +5 433 $ pour F7. Les ajustements de propriété suivent, en dollars, dans l'ordre du tableau 42.4. Pour F2, seule la différence d'étage subsiste : le sujet au deuxième étage est supérieur au comparable du rez-de-chaussée de quatre points, soit +15 068 $ selon l'équation (42.3) ; l'ajustement de syndicat est de $(0{,}1352 - 0{,}1408) \times 150\,908 = -845$ $, parce que l'acheteur de F2 a assumé une part du même déficit légèrement inférieure à celle que l'acheteur du sujet assumera. Pour F7, l'orientation est vaut trois points de moins que le sud (+9 958 $), les treize mètres carrés manquants valent $13 \times 2\,190 = 28\,470$ $ au prix marginal, et la différence de quote-part donne −3 350 $. Pour C3, l'immeuble B paie 21,66 $/m² de charges courantes de plus que l'immeuble A : l'équation (42.5) donne $21{,}66 \times 98 / 0{,}08 = +26\,536$ $, à quoi s'oppose l'ajustement de syndicat $\kappa(0 - 21\,248) = -21\,248$ $, puisque le comparable est dans un immeuble sain et le sujet dans un immeuble sous-capitalisé ; ces deux ajustements, de sens contraires et de même ordre de grandeur, illustrent pourquoi il faut les séparer au lieu de comparer des frais bruts. Pour C4, il faut retrancher la prime du troisième étage (−7 519 $), ajouter l'orientation sud (+11 279 $), la case de stationnement (+28 000 $) et la différence de charges (−5 314 $, l'immeuble C payant moins que le sujet), retrancher deux mètres carrés et porter l'ajustement de syndicat à $5\,400 - 21\,248 = -15\,848$ $. Pour C5, la décote du rez-de-chaussée (+13 396 $), six mètres carrés (+13 140 $), de légères charges supérieures (+2 036 $) et l'ajustement de

syndicat 31 200 − 21 248 = +9 952 $: l'acheteur de C5 a payé un passif plus lourd que celui que l'acheteur du sujet paiera, et son prix doit être relevé d'autant.
Étape 3 : les prix ajustés et leur qualité. Les prix ajustés s'échelonnent de 367 010 $ (F7) à 390 935 $ (F2), soit une étendue de 6,3 % de la valeur pondérée. L'ajustement brut de F2 n'est que de 5,3 % : c'est le comparable le plus proche, et la grille lui attribue un poids de 0,42 selon la pondération inverse de l'ajustement brut du chapitre 16. Les autres poids vont de 0,11 (C4, dont l'ajustement brut atteint 20,0 %) à 0,17 (C5). La figure 42.3 décompose chaque ajustement.
Étape 4 : la réconciliation. La moyenne pondérée des prix ajustés est de 381 052 $, la moyenne simple de 377 805 $ et la médiane de 375 475 $. La valeur du modèle de génération pour F4, qui tient lieu ici de « vraie » valeur, est de 375 183 $: la grille la retrouve à 1,6 % près, et toutes les mesures centrales l'encadrent. L'évaluateur conclut à une valeur marchande de 380 000 $, arrondie au millier le plus proche de la moyenne pondérée, et il documente que cette valeur suppose la capitalisation intégrale du déficit du fonds ($\kappa = 1$) : si le syndicat régularisait sa situation en votant la cotisation de seuil et une cotisation spéciale égale au déficit, la fraction vaudrait environ 21 000 $ de plus, mais son propriétaire aurait déboursé la même somme.
Étape 5 : la vérification par l'unité de comparaison. Rapportée à la superficie, la conclusion correspond à 3 878 $/m², à comparer aux prix unitaires bruts des comparables, de 3 592 $/m² pour C5 à 3 841 $/m² pour F7 ; le sujet est au-dessus de tous les prix bruts parce qu'il cumule le deuxième étage, l'orientation sud et le stationnement, et l'écart avec F2, de même superficie, correspond à la décote du rez-de-chaussée. Cette lecture rapide ne remplace pas la grille, mais elle en est le contrôle de vraisemblance.

Tableau 42.3. Le sujet et les cinq comparables fictifs : caractéristiques, charges courantes, part du passif du syndicat et prix observé

	Immeuble	m²	Étage	Orient.	Stat.	Charges ($/m²)	Passif ($)	Mois	Prix ($)	$/m²
Sujet F4	A (8 fractions)	98	2e	sud	oui	56,34	21 248	0	—	—
C1 = F2	A (même immeuble)	98	RDC	sud	oui	56,34	20 403	6	373 000	3 806
C2 = F7	A (même immeuble)	85	2e	est	oui	56,34	17 898	10	326 500	3 841
C3	B (24 fr., ascenseur)	96	2e	sud	oui	78,00	0	3	364 000	3 792
C4	C (12 fractions)	100	3e	ouest	non	52,00	5 400	4	373 500	3 735
C5	D (8 fractions)	92	RDC	sud	oui	58,00	31 200	8	330 500	3 592

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch42_copro.py` ; « passif » = part de la fraction dans le déficit de capitalisation ou dans la cotisation spéciale votée du syndicat ; « mois » = ancienneté de la vente à la date d'évaluation.

42.4 Analyse de sensibilité : capitalisation des charges et du passif

Les deux paramètres propres à la copropriété, R_c et κ, sont aussi les moins bien mesurés. Le tableau 42.5 recalcule la valeur pondérée de F4 pour R_c de 5 à 12 % et κ de 0 à 1, les autres ajustements étant inchangés. La valeur varie de 379 437 $ ($\kappa = 1$, $R_c = 12$ %) à 386 889 $ ($\kappa = 0$, $R_c = 5$ %), soit une étendue de 7 452 $, moins de 2 % de la conclusion. Cette robustesse

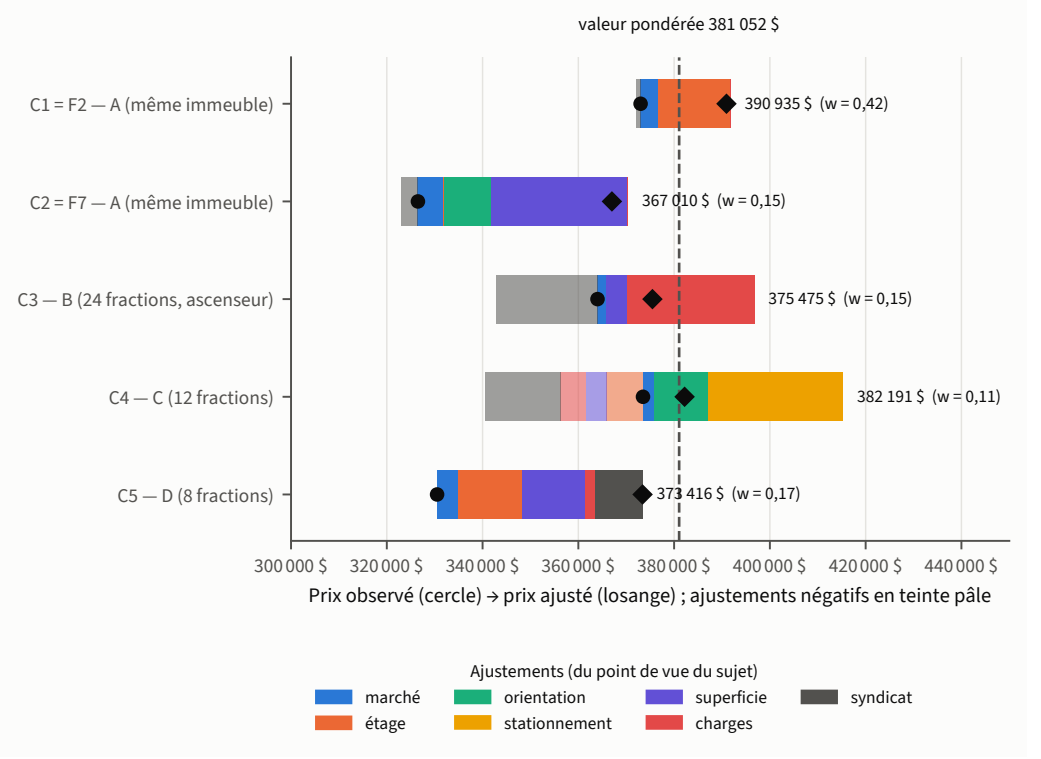


Figure 42.3. Décomposition des ajustements des cinq comparables fictifs de la fraction F4 : du prix observé (cercle) au prix ajusté (losange), les ajustements positifs s'empilent vers la droite et les ajustements négatifs, en teinte pâle, vers la gauche. Les deux ventes du même immeuble exigent peu d'ajustements ; les ventes d'immeubles concurrents font apparaître les ajustements de charges et de syndicat, souvent de sens contraires.

Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch42_grille.py`, graine 20261031.

Tableau 42.4. Grille d'ajustement de la fraction F4 (dollars ; signe du point de vue du sujet ; $g = 2\,\%$, $R_c = 8\,\%$, $\kappa = 1$)

Élément	C1 = F2	C2 = F7	C3	C4	C5
Prix de vente	373 000	326 500	364 000	373 500	330 500
Conditions du marché (2 %/an)	3 712	5 433	1 807	2 474	4 392
Étage	15 068	0	0	−7 519	13 396
Orientation	0	9 958	0	11 279	0
Stationnement	0	0	0	28 000	0
Superficie (2 190 $/m^2)	0	28 470	4 380	−4 380	13 140
Charges courantes ($R_c = 8\,\%$)	0	0	26 536	−5 314	2 036
Situation du syndicat ($\kappa = 1$)	−845	−3 350	−21 248	−15 848	9 952
Prix ajusté	390 935	367 010	375 475	382 191	373 416
Ajustement brut (%)	5,3	14,5	14,8	20,0	13,0
Ajustement net (%)	4,8	12,4	3,2	2,3	13,0
Poids (inverse du brut)	0,419	0,152	0,149	0,110	0,170

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch42_copro.py` ; calculs par `traite.comparables` (`ComparableAjuste`, `poids_inverse_brut`, `reconciliation`) ; valeur pondérée 381 052 $, moyenne 377 805 $, médiane 375 475 $.

n'est pas générale : elle tient à la composition de la grille. Les deux comparables du premier cercle, qui portent 57 % du poids, ne dépendent ni de R_c ni, à la différence de quote-part près, de κ ; parmi les trois autres, C3 reçoit un ajustement de charges positif et un ajustement de syndicat négatif qui se compensent presque, et C4 et C5 reçoivent des ajustements de syndicat de signes opposés. La sensibilité d'une grille composée uniquement de ventes externes d'immeubles sains serait bien plus grande : le seul ajustement de syndicat du sujet, $-\kappa \times 21\,248$, ferait alors varier la conclusion de 21 248 $ entre $\kappa = 0$ et $\kappa = 1$, soit 5,6 %. La leçon est double. D'une part, inclure des ventes du même immeuble réduit la dépendance de la conclusion aux paramètres les plus incertains, ce qui est une raison supplémentaire de les rechercher. D'autre part, lorsque le sujet est dans un immeuble en difficulté et que les comparables ne le sont pas, la conclusion dépend de κ, et le rapport doit le dire : la valeur de 380 000 $ est conditionnelle à la capitalisation intégrale du déficit, et une fourchette de 380 000 $ à 400 000 $ selon κ est l'expression honnête de l'incertitude, que le chapitre 20 apprend à intégrer dans la réconciliation.

42.5 La copropriété indivise et le financement de l'acheteur

La copropriété indivise, dont le chapitre 6 et le chapitre 7 ont posé le régime (Québec 1991, art. 1010, 1014, 1015, 1019), se distingue de la copropriété divise sur le marché par deux traits : la part indivise est moins liquide, et elle se finance plus difficilement. Le premier trait a été formalisé par la décote d'indivision de l'équation (7.15), que l'évaluateur extrait du marché local par comparaison avec des fractions divises semblables ou avec d'autres parts indivises, et dont les déterminants sont lisibles dans la convention publiée : durée de l'indivision, droit de préemption des coïndivisaires, règles de décision, attribution d'un usage exclusif, et, pour

Tableau 42.5. Sensibilité de la valeur pondérée de F4 ($) au taux de capitalisation des charges R_c et au coefficient de capitalisation du passif κ

	Taux de capitalisation des charges R_c				
κ	5 %	6 %	8 %	10 %	12 %
0,00	386 889	386 349	385 415	384 634	383 969
0,50	384 825	384 120	382 972	382 075	381 355
0,75	383 910	383 160	381 966	381 056	380 340
1,00	383 051	382 271	381 052	380 142	379 437

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch42_copro.py` ; cas de base $R_c = 8\,\%$, $\kappa = 1$; pondération inverse de l'ajustement brut recalculée à chaque combinaison.

les immeubles locatifs, l'interdiction faite à l'indivisaire de reprendre un logement sauf s'il n'a qu'un seul coïndivisaire qui est son conjoint (Québec 1991, art. 1958). Le second trait mérite d'être chiffré, parce qu'il explique en grande partie le premier.

Pour une fraction divise, l'acheteur-occupant a accès au prêt assuré : depuis le 15 décembre 2024, la mise de fonds minimale est de 5 % sur la tranche du prix jusqu'à 500 000 $ et de 10 % sur la tranche comprise entre 500 000 $ et le plafond assurable de 1 500 000 $, l'amortissement pouvant atteindre trente ans pour les premiers acheteurs et les constructions neuves (Ministère des Finances Canada 2024). Pour la fraction F4 à 380 000 $, la mise de fonds minimale est de 19 000 $ et le prêt, avant la prime d'assurance qui s'y ajoute, de 361 000 $; au taux effectif des prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus relevé par la Banque du Canada pour août 2026, 4,12 %, un amortissement de vingt-cinq ans donne un paiement mensuel de 1 922 $ selon la convention canadienne de composition semestrielle du chapitre 31. En y ajoutant les charges normalisées de la fraction, 852 $ par mois, et les taxes, 275 $ par mois, le coût mensuel d'occupation atteint 3 049 $; au taux admissible minimal du Bureau du surintendant des institutions financières, le plus élevé du taux contractuel plus deux points ou de 5,25 %, soit 6,12 %, le paiement de qualification est de 2 336 $ (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b). Ces chiffres fixent la contrainte budgétaire de l'acheteur type et donc la profondeur du marché.

Pour une part indivise, il est d'usage que les prêteurs n'offrent pas de prêt assuré et exigent une mise de fonds nettement plus élevée, souvent de 20 % ; cette pratique n'a pas été vérifiée dans une source normative pour cet ouvrage et elle varie selon les institutions, mais son effet, à supposer une mise de fonds de 20 %, est immédiat : pour le même prix de 380 000 $, la mise de fonds passe de 19 000 $ à 76 000 $, soit 57 000 $ de plus, et le paiement mensuel tombe à 1 619 $ sur un prêt de 304 000 $. Le bassin d'acheteurs capables de réunir 76 000 $ est beaucoup plus étroit que celui des acheteurs capables d'en réunir 19 000 $, et c'est cette réduction du bassin, plus que les clauses de la convention, qui fonde la décote d'indivision dans les quartiers où l'acheteur marginal est un premier acheteur. La décote est donc d'autant plus forte que le prix est élevé par rapport aux revenus locaux et que le crédit est serré ; elle est faible, voire nulle, lorsque les acheteurs de parts indivises sont des ménages déjà propriétaires qui disposent d'une mise de fonds importante. L'évaluateur qui ne dispose pas de ventes de parts indivises comparables peut au moins raisonner ainsi, et déclarer sa décote comme une hypothèse motivée par la structure du financement plutôt que comme un chiffre d'usage. La conversion d'une indivision en copropriété divise, qui

supprime la décote au prix des démarches de la section 42.7, est fréquente dans les plex des quartiers centraux de Montréal précisément parce que l'interdiction de conversion propre à l'agglomération ne s'applique pas à l'immeuble dont tous les logements sont occupés par des propriétaires indivis (Québec 2020a, art. 51, al. 3).

42.6 La copropriété locative : valeur marchande et valeur d'investissement

42.6.1 Un segment mesuré par la SCHL

Une fraction de copropriété détenue par un investisseur et louée est un bien à deux marchés : celui des acheteurs-occupants, qui fixe son prix de revente, et celui des locataires, qui fixe son revenu. L'Enquête sur les logements locatifs de la Société canadienne d'hypothèques et de logement mesure ce segment depuis plusieurs années, et ses résultats d'octobre 2025 pour les trois grandes régions métropolitaines du Québec sont rassemblés au tableau 42.6. Trois constats s'en dégagent. Le parc de copropriétés offertes en location est considérable, plus de 51 000 unités dans la RMR de Montréal, soit 21,9 % de l'univers des copropriétés, et plus du quart à Gatineau. Les copropriétés louées sont moins souvent inoccupées que les appartements locatifs traditionnels, 2,1 % contre 2,9 % à Montréal, 0,6 % contre 2,4 % à Québec, 1,0 % contre 3,8 % à Gatineau, ce qui traduit leur localisation et leur qualité plutôt qu'une demande différente. Et leurs loyers sont nettement plus élevés que ceux du parc traditionnel, de 36 % pour un deux chambres à Montréal (1 826 $ contre 1 346 $) et de 8 % à Québec et à Gatineau, écarts que la SCHL signale comme statistiquement significatifs.

Tableau 42.6. Copropriétés offertes en location et appartements locatifs traditionnels : univers, inoccupation et loyers moyens, octobre 2025

	Univers des copropriétés			Inoccupation (%)		Loyer moyen, 2 ch. ($/mois)		
RMR	Unités	Louées	Part (%)	Copro.	ELL	Copro.	ELL	Copro. tous
Montréal	233 535	51 119	21,9	2,1	2,9	1 826	1 346	1 812
Québec	36 816	5 709	15,5	0,6	2,4	1 377	1 277	1 382
Gatineau (partie QC)	10 620	2 911	27,4	1,0	3,8	1 578	1 460	1 534

Source : SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2025, tableaux 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 et 4.3.1 des fichiers de données par RMR (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), lus le 31 octobre 2026 ; « ELL » = appartements d'initiative privée de trois logements et plus visés par l'enquête ; qualité des estimations a ou b sauf l'inoccupation des copropriétés de Montréal (b) ; les écarts de loyers sont signalés significatifs par la SCHL.

42.6.2 Le revenu d'une fraction louée et ce qu'il révèle

Le revenu net d'exploitation d'une fraction louée se calcule comme celui de tout immeuble de revenu (chapitres 27 et 28), avec une particularité : les frais de copropriété remplacent la plupart des dépenses d'entretien de l'enveloppe, et la contribution normalisée au fonds de prévoyance joue le rôle de la réserve de remplacement que la convention de l'ouvrage inclut dans le revenu net :

$$RNE = L\,(1 - v) - \big(T + I + F_{\text{cour}} + F_{\text{fonds}} + F_{\text{auto}} + \gamma\, L\,(1 - v)\big), \tag{42.7}$$

où L est le loyer annuel, v le taux d'inoccupation et de mauvaises créances, T les taxes foncières et scolaires, I l'assurance du copropriétaire, F les trois composantes des frais de copropriété et γ la part de gestion. Le taux de capitalisation implicite est alors $R = RNE/P$ pour un prix P observé, et la valeur d'investissement, pour un investisseur qui exige un taux R^*, est RNE/R^* :

$$R_{\text{impl}} = \frac{RNE}{P}, \qquad V_{\text{inv}} = \frac{RNE}{R^*}. \tag{42.8}$$

Appliquons ces formules à F4, louée 1 700 $ par mois, loyer fictif de l'ordre de grandeur des copropriétés de deux chambres offertes en location dans les grandes RMR québécoises. Le revenu brut potentiel est de 20 400 $; avec l'inoccupation de 2,1 % des copropriétés louées de la RMR de Montréal, le revenu brut effectif est de 19 972 $. Les dépenses comprennent les taxes, 3 300 $, ordre de grandeur du compte moyen d'une copropriété montréalaise en 2026, l'assurance du copropriétaire, 600 $, les frais de copropriété normalisés de F4, 10 218 $, dont 3 082 $ de cotisation de seuil au fonds, et la gestion à 5 % du revenu brut effectif, 999 $; elles totalisent 15 117 $, soit 75,7 % du revenu brut effectif, et laissent un revenu net de 4 855 $. Rapporté à la valeur marchande de 381 052 $ conclue plus haut, ce revenu représente un taux implicite de 1,27 % ; hors cotisation au fonds, qui est une épargne, le revenu net est de 7 937 $ et le taux de 2,08 %. Le multiplicateur du revenu brut est de 18,7. Un investisseur qui exigerait le taux de 5,25 % retenu pour les petits immeubles locatifs du marché fictif, à l'intérieur de la fourchette publiée par CBRE pour les immeubles multirésidentiels de faible hauteur de catégorie B à Québec au troisième trimestre de 2026 (CBRE Canada 2026), n'attribuerait à F4 qu'une valeur d'investissement de 92 472 $, le quart de sa valeur marchande.

Ce résultat n'est pas une anomalie du marché fictif ; il décrit la structure réelle du segment. Le prix d'une fraction est fixé par les acheteurs-occupants, pour qui le coût d'usage se compare à un loyer et pour qui le logement est aussi un placement dans la hausse anticipée des prix ; l'investisseur qui achète au même prix n'obtient qu'un rendement courant très faible et parie sur la plus-value et sur la hausse des loyers, dans un régime où la fixation du loyer par le Tribunal administratif du logement ne fait aucune place à la valeur locative de marché (chapitres 26 et 34). Il en découle trois conséquences pour l'évaluateur. La première est que la méthode du revenu ne peut pas servir à estimer la valeur marchande d'une fraction de copropriété résidentielle : elle produit une valeur d'investissement, utile au bailleur pour décider, mais étrangère au prix que le marché formera. La deuxième est que la vente d'une fraction louée se compare à celle d'une fraction libre à la condition d'ajuster le droit transmis : l'acquéreur ne peut résilier le bail (Québec 1991, art. 1937) et ne peut reprendre le logement que dans les conditions des articles 1957 et suivants, de sorte qu'une fraction occupée par un locataire au loyer modeste se vend à des investisseurs, avec une décote que l'évaluateur mesure par paires de ventes et que la section 42.7 utilise. La troisième est que la destination fixée par la déclaration de copropriété conditionne ce segment : une déclaration qui interdit la location, la limite à des baux d'une durée minimale ou interdit la location à court terme restreint le bassin d'acheteurs aux occupants, et l'évaluateur la lit avant de retenir une fraction louée comme comparable (Québec 1991, art. 1053).

Au Québec

Le régime de la location à court terme des résidences relève, au Québec, d'une loi provinciale sur l'hébergement touristique et des règlements municipaux de zonage, qui n'ont pas été vérifiés pour cet ouvrage et dont le présent chapitre ne décrit pas le contenu ; l'évaluateur qui rencontre une fraction exploitée en hébergement touristique vérifie la déclaration de copropriété, le zonage et l'enregistrement provincial avant d'attribuer la moindre valeur à ce revenu, et il traite une fraction dont le revenu dépend d'une activité non autorisée comme une fraction résidentielle ordinaire. En revanche, deux règles vérifiées encadrent directement la copropriété locative : la fixation du loyer et le maintien dans les lieux s'appliquent au locataire d'une fraction comme à tout locataire (Québec 1991, art. 1936–1937, 1941-1955), et le copropriétaire bailleur demeure tenu, envers le syndicat, de toutes les charges et de l'assurance responsabilité minimale de 1 000 000 $ ou 2 000 000 $ selon la taille de l'immeuble (Québec 2020b, art. 1).

42.7 La conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise

42.7.1 Le cadre juridique

La conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise est l'opération par laquelle un propriétaire unique divise son immeuble en fractions pour les vendre séparément. Elle crée de la valeur lorsque la somme des fractions excède la valeur de l'immeuble en bloc, ce qui est fréquent dans les quartiers où les acheteurs-occupants paient davantage que les investisseurs pour le même logement, et c'est précisément pour cette raison que le législateur québécois l'a encadrée dès 1987 afin de protéger le parc locatif et ses occupants. Les règles sont réunies aux articles 51 à 54.14 de la Loi sur le Tribunal administratif du logement, dont le texte à jour au 15 octobre 2026 a été lu intégralement pour ce chapitre (Québec 2020a, art. 51–54.14) ; le tableau 42.7 les ordonne selon le déroulement d'une conversion.

Tableau 42.7. Étapes et contraintes de la conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise (Loi sur le TAL, art. 51 à 54.14, texte à jour au 15 octobre 2026)

Étape	Règle	Article
Champ d'application	Autorisation du Tribunal requise pour tout immeuble comportant, ou ayant comporté au cours des dix années précédant la demande, au moins un logement ; conversion interdite pour les immeubles de coopératives, d'OSBL ou de sociétés municipales d'habitation construits ou rénovés avec une aide publique	51, al. 1–2
Agglomération de Montréal	Conversion interdite, sauf dérogation accordée par résolution du conseil municipal dans les secteurs ou catégories d'immeubles définis par règlement d'arrondissement ; l'interdiction ne s'applique pas à l'immeuble dont tous les logements sont occupés par des propriétaires indivis	51, al. 3 ; 54.12

Tableau 42.7. Étapes et contraintes de la conversion (suite)

Étape	Règle	Article
Hors de l'agglomération	La municipalité peut, par règlement, interdire la conversion dans certains secteurs ou catégories d'immeubles, la soumettre à des conditions ou, à Québec et dans les municipalités dotées d'un comité consultatif d'urbanisme, à l'autorisation du conseil ; critères : taux d'inoccupation, logements comparables disponibles, besoins de certaines catégories de personnes, caractéristiques physiques, aide publique reçue	51, al. 3 ; 54.13 ; 54.14
Avis d'intention	Avant toute démarche auprès de la municipalité ou du Tribunal, avant toute visite d'acquéreur ou relevé préparatoire : avis conforme à l'annexe I à chaque locataire, copie au Tribunal ; préavis de 24 heures pour les visites	52
Gel des travaux et de la reprise	Dès l'avis d'intention et jusqu'à ce que l'assemblée soit majoritairement formée de propriétaires occupants : seuls les travaux d'entretien et les réparations urgentes sans autorisation ; aucune reprise de possession contre les locataires en place	53 ; 54 ; 54.3
Demande au Tribunal	Dans les six mois de l'avis d'intention ou de la résolution ou du certificat municipal ; refus obligatoire si des travaux ou une reprise ont visé à évincer un locataire, ou en cas d'infraction récente ; nouvelle demande après trois ans	54.1 ; 54.2
Déclaration de copropriété	Inscription possible seulement avec l'autorisation annexée ; l'autorisation est sans effet si la déclaration n'est pas inscrite dans l'année (prolongation possible) ; radiation et annulation des conventions en cas d'inscription sans autorisation	54.4 ; 54.9
Information des acquéreurs	Avant la première vente de chaque logement : rapport d'expert (usure des composantes communes, réparations majeures prévisibles dans les cinq ans et leur coût, systèmes mécaniques, insonorisation, sécurité incendie) et circulaire d'information (plan, droits d'emphytéose ou de superficie, budget prévisionnel par fraction établi par une personne qualifiée sur une année complète, état des baux, résumé de la déclaration) ; réduction des obligations de l'acheteur pendant trois ans en cas d'information fausse ou incomplète	54.6 ; 54.11
Droit de préemption du locataire	La première vente d'un logement ne peut être conclue avec un tiers avant qu'il n'ait été offert au locataire aux mêmes prix et conditions (annexe II, avec rapport et circulaire) ; réponse écrite dans le mois, sinon refus réputé ; acte dans les deux mois de l'acceptation ; annulation possible en Cour supérieure dans l'année	54.7 ; 54.8
Sanctions	Dommages-intérêts, y compris punitifs, pour le locataire parti à la suite d'une reprise illégale ou de travaux destinés à l'évincer	54.10

Source : Québec (2020a, art. 51–54.14), texte lu sur LégisQuébec le 31 octobre 2026 ; paraphrase de l'auteur. Le contenu des règlements municipaux pris en vertu des articles 54.12 et 54.13 (Montréal, Québec et autres municipalités) n'a pas été vérifié pour cet ouvrage.

Trois dispositions du Code civil complètent ce cadre. La déclaration de copropriété exige un plan cadastral qui immatricule séparément les parties privatives et les parties communes

(Québec 1991, art. 3030), ce qui suppose l'intervention d'un arpenteur-géomètre et un cadastre vertical, étape coûteuse pour un immeuble ancien dont les cloisons ne suivent pas des plans précis. L'aliénation de l'immeuble, puis de chaque fraction, ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail (Québec 1991, art. 1937) : le locataire d'un logement converti conserve son droit au maintien dans les lieux, et la fraction qu'il occupe ne peut être vendue libre que s'il part de son plein gré ou s'il exerce son droit de préemption. Enfin, l'éviction pour changement d'affectation de l'article 1959, qui aurait pu servir à libérer les logements, est doublement fermée : la Loi sur le TAL interdit la reprise dès l'avis d'intention (art. 54), et la Loi limitant le droit d'éviction des locateurs suspend toute éviction fondée sur l'article 1959 jusqu'au 6 juin 2027 (Québec 2024a, art. 1), sous réserve des exceptions et des mécanismes de fin anticipée qu'elle prévoit et dont aucun n'avait été activé au 31 octobre 2026 ; au-delà, les locataires aînés de l'article 1959.1 demeurent protégés et l'indemnité d'éviction de l'article 1965 (un mois de loyer par année d'occupation, de trois à vingt-quatre mois, plus les frais de déménagement) s'applique. L'analyse de faisabilité doit donc raisonner avec les locataires en place, non contre eux.

Au Québec

L'interdiction de conversion dans l'agglomération de Montréal est la règle la plus lourde de conséquences pour la valeur. Elle signifie qu'un immeuble locatif montréalais ne peut être converti que si l'arrondissement a adopté un règlement de dérogation et que le conseil accorde la dérogation par résolution, après avis public et audition des intéressés, en tenant compte notamment du taux d'inoccupation et de la disponibilité de logements comparables (Québec 2020a, art. 51, 54.12, 54.14). L'évaluateur qui estime un immeuble locatif montréalais ne peut donc pas retenir la conversion comme plus haute et meilleure utilisation (chapitre 41) sans avoir vérifié l'existence et le contenu du règlement d'arrondissement et la pratique du conseil, et il traite la perspective d'une dérogation comme une hypothèse extraordinaire s'il en tient compte. L'exception de l'article 51, alinéa 3, pour l'immeuble dont tous les logements sont occupés par des propriétaires indivis explique, à l'inverse, pourquoi tant de plex montréalais achetés en indivision par leurs occupants sont ensuite convertis en copropriété divise : la conversion y est possible et elle supprime la décote d'indivision de la section 42.5. Hors de l'agglomération, la Ville de Québec et plusieurs municipalités encadrent la conversion par règlement en vertu de l'article 54.13 ; le contenu de ces règlements, qui change avec la conjoncture locative, doit être vérifié auprès de la municipalité à la date de l'évaluation.

42.7.2 Le modèle de faisabilité

L'analyse de faisabilité d'une conversion compare deux valeurs. La première est la **valeur en bloc** de l'immeuble locatif, estimée par la méthode du revenu du chapitre 29 et, pour un petit immeuble, confirmée par la comparaison du chapitre 32 :

$$V_{\text{bloc}} = \frac{RNE_1}{R}, \qquad RNE_1 = RBP\,(1 - v) - DE, \tag{42.9}$$

où R est le taux global extrait des ventes d'immeubles locatifs comparables, détenus en bloc. La seconde est la **valeur de conversion**, c'est-à-dire la valeur actuelle nette, pour le

convertisseur, du programme qui consiste à diviser l'immeuble, à vendre les fractions et à supporter entre-temps les coûts :

$$V_{\text{conv}} = \sum_{t=1}^{T} \frac{\Pi_t\,(1-f) - \phi\,B_t}{(1+r)^t} - K_0, \tag{42.10}$$

où Π_t est le produit brut des ventes de l'année t, f la proportion de frais de vente (courtage, frais juridiques du vendeur), $\phi\,B_t$ les coûts de portage de l'année t (taxes, assurance, intérêts et entretien, nets des loyers encore perçus) exprimés en proportion ϕ de la valeur B_t des fractions invendues au début de l'année, K_0 les coûts de conversion engagés au départ (cadastre vertical, déclaration, rapport d'expert et circulaire, individualisation des services, mise aux normes, rafraîchissement des parties communes, dotation initiale du fonds de prévoyance) et r le taux de rendement exigé par le convertisseur, qui rémunère le risque de marché, le risque de délai et son travail. Les droits de mutation sont payés par les acquéreurs des fractions et n'entrent pas dans K_0, mais ils réduisent ce que chaque acheteur peut payer ; aux tranches de 2026, l'acheteur de F4 à 380 000 $ verserait $0{,}5\,\% \times 62\,900 + 1\,\% \times (315\,000 - 62\,900) + 1{,}5\,\% \times (380\,000 - 315\,000) = 3\,811\,\$$ (Québec 1976, art. 2).

Le calendrier des ventes Π_t est ce qui distingue une conversion d'un simple lotissement, parce qu'il dépend des locataires. Notons V_i^t la valeur libre de la fraction i, estimée par la méthode de la section 42.2, $\mathscr{L}$ l'ensemble des fractions libres à la date de la conversion ou occupées par un locataire qui exerce sa préemption, et $\mathscr{O}$ celui des fractions occupées par un locataire qui reste. Les premières se vendent dès la première année à leur valeur libre. Pour les secondes, le convertisseur a deux stratégies. La première est d'*attendre* le départ volontaire des locataires : si une proportion ρ des logements occupés se libère chaque année, le produit attendu des fractions occupées à l'année t est

$$\Pi_t^{\mathscr{O}} = \rho\,(1-\rho)^{t-1} \sum_{i \in \mathscr{O}} V_i^t \quad (t < T), \qquad \Pi_T^{\mathscr{O}} = (1-\rho)^{T-1}\,(1-\delta) \sum_{i \in \mathscr{O}} V_i^t, \tag{42.11}$$

le reliquat encore occupé à l'horizon T étant vendu à des investisseurs avec une décote δ. La seconde stratégie est de *vendre occupé* dès la première année, à la valeur libre diminuée de la décote δ : $\Pi_1^{\mathscr{O}} = (1-\delta)\sum_{i\in\mathscr{O}} V_i^t$. Le choix entre les deux dépend de la comparaison entre la décote, d'une part, et le coût du temps, r et ϕ, pondéré par la lenteur de la rotation, d'autre part ; l'exemple montre que ce choix n'est pas évident. La rotation ρ est le paramètre que l'évaluateur connaît le moins bien : la SCHL publie un taux de rotation de 9,4 % pour la RMR de Montréal en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), mais celui d'un immeuble donné dépend de l'âge de ses locataires, de l'écart entre leurs loyers et le marché, qui retient d'autant plus qu'il est grand (chapitres 2 et 34), et de la conjoncture locative.

Définition 42.1 : Valeur en bloc, valeur de conversion, prime et point mort

La **valeur en bloc** est la valeur marchande de l'immeuble locatif détenu et vendu comme un tout, l'équation (42.9). La **valeur de conversion** est la valeur actuelle nette, pour un convertisseur exigeant le taux r, du programme de division et de vente des fractions, l'équation (42.10). La **prime de conversion** est leur différence,

$$\Pi_{\text{conv}} = V_{\text{conv}} - V_{\text{bloc}}, \tag{42.12}$$

et la conversion n'est la plus haute et meilleure utilisation de l'immeuble que si cette prime est positive après rémunération du risque, c'est-à-dire si $V_{\text{conv}} > V_{\text{bloc}}$ au taux r exigé. Le **point mort** de la conversion est la baisse proportionnelle $1 - \theta^*$ des valeurs libres pour laquelle la prime s'annule,

$$\theta^* = \min\{\theta \,:\, V_{\text{conv}}(\theta\, V^{\ell}) \geq V_{\text{bloc}}\}, \tag{42.13}$$

qui mesure la marge de sécurité du convertisseur contre un repli du marché des copropriétés entre la décision et les ventes.

Pour l'évaluateur qui estime l'immeuble en bloc, la prime de conversion n'entre dans la valeur marchande que dans la mesure où les acheteurs types de l'immeuble sont des convertisseurs et où le cadre juridique rend l'opération réalisable à la date d'évaluation ; dans le cas contraire, elle relève d'une valeur d'investissement ou d'une hypothèse extraordinaire, et le rapport le dit.

42.7.3 Exemple intégral : convertir l'immeuble fictif de huit logements

Exemple 42.2 : Valeur en bloc, somme des fractions et prime de conversion

L'immeuble fictif de huit fractions est maintenant considéré *avant* sa conversion, comme un immeuble locatif de huit logements détenu par un propriétaire unique, dans une municipalité fictive hors de l'agglomération de Montréal où le règlement municipal autorise la conversion sous conditions et où le Tribunal l'a autorisée. Les loyers contractuels mensuels, hypothèses pédagogiques dans l'ordre de grandeur des loyers des copropriétés louées du tableau 42.6, vont de 1 250 $ pour le logement F1 à 1 850 $ pour F6 et totalisent 12 225 $ par mois. Cinq logements sont occupés par des locataires dont le bail court ; trois sont libres. Un locataire, celui de F6, accepte l'offre de vente de l'article 54.7 à la valeur libre ; les quatre autres (F1, F3, F5, F7) restent. Les paramètres sont : inoccupation et mauvaises créances de 3 % ; dépenses d'exploitation et réserve de 42 % du revenu brut effectif ; taux global de 5,25 % pour les petits immeubles locatifs du marché fictif ; rotation $\rho = 12\,\%$ par année ; décote de vente occupée $\delta = 20\,\%$; frais de vente $f = 4\,\%$; coûts de portage $\phi = 1{,}5\,\%$ par année de la valeur libre des fractions invendues ; taux exigé $r = 10\,\%$; horizon $T = 6$ ans. Les coûts de conversion K_0 totalisent 305 000 $ (tableau 42.8) et comprennent la dotation initiale du fonds de prévoyance, 85 000 $, qui est exactement le solde d'ouverture pour lequel la cotisation de seuil du chapitre 7 suffit : les fractions sont ainsi vendues sans passif de syndicat et leurs valeurs libres sont celles du modèle de la section 42.3 avec $d_i = 0$.

Étape 1 : la valeur en bloc. Le revenu brut potentiel est de 146 700 $; le revenu brut effectif de 142 299 $; les dépenses de 59 766 $; le revenu net d'exploitation de 82 533 $. Capitalisé à 5,25 %, il donne une valeur en bloc de 1 572 065 $, soit 196 508 $ par logement et un multiplicateur du revenu brut de 10,7, cohérent avec les ordres de grandeur des petits immeubles locatifs du chapitre 32.

Étape 2 : les valeurs libres des fractions. Le modèle du marché fictif donne, pour les huit fractions libres de passif, des valeurs de 276 481 $ (F1) à 430 539 $ (F6), dont 396 431 $

pour F4, soit sa valeur de la section 42.3 augmentée de sa part du déficit désormais comblé ; la somme est de 2 802 191 $, soit 1,78 fois la valeur en bloc. Cet écart brut de 1 230 126 $ est la matière première de la conversion ; tout le reste de l'analyse mesure ce qu'il en coûte pour la réaliser.

Étape 3 : le calendrier. À la fin de la première année, les trois fractions libres (F2, F4, F8) et F6, achetée par son locataire, sont vendues à leur valeur libre, 1 555 773 $; s'y ajoute 12 % de la valeur libre des quatre fractions occupées, 1 246 418 $, soit 149 570 $, pour un produit brut de 1 705 343 $. Les années 2 à 5 rapportent respectivement 131 622 $, 115 827 $, 101 928 $ et 89 697 $, à mesure que les locataires partent ; à l'année 6, le reliquat encore occupé, $(1 - 0{,}12)^5 = 52{,}8$ % des quatre fractions, est vendu à des investisseurs avec la décote de 20 %, pour 526 219 $.

Étape 4 : les flux et la valeur de conversion. Après les frais de vente de 4 % et les coûts de portage, les flux nets sont de −305 000 $ à l'origine, puis 1 595 097 $, 109 904 $, 96 716 $, 85 110 $, 74 897 $ et 495 304 $. Leur somme non actualisée, 2 152 027 $, excède la valeur en bloc de 579 962 $; mais l'actualisation à 10 % ramène la valeur de conversion à 1 692 804 $, et la prime de conversion de l'équation (42.12) à 120 739 $, soit 7,7 % de la valeur en bloc. Les frais de vente (106 825 $), les coûts de portage (106 784 $), les coûts de conversion (305 000 $) et surtout le coût du temps absorbent ainsi les neuf dixièmes de l'écart brut de l'étape 2.

Étape 5 : la stratégie de vente occupée. Si le convertisseur vend dès la première année les quatre fractions occupées à des investisseurs avec la décote de 20 %, la valeur de conversion monte à 1 884 780 $ et la prime à 312 715 $: à ce niveau de rotation et de taux, le coût du temps dépasse la décote, et attendre coûte plus cher que de vendre occupé. Cette conclusion s'inverse si la rotation est rapide ou si la décote exigée par les investisseurs est forte, ce que la figure 42.4 et le tableau 42.9 montrent ; elle suppose surtout qu'il existe des investisseurs prêts à acheter des fractions occupées dont le rendement courant, on l'a vu à la section 42.6, est très faible, ce qui n'est pas acquis dans un marché étroit.

Étape 6 : la lecture. Pour un convertisseur exigeant 10 %, la conversion de cet immeuble vaut environ 120 000 $ de plus que sa détention en bloc, et les valeurs libres peuvent baisser de 6,3 % avant que la prime ne disparaisse (point mort $\theta^* = 0{,}937$). Un taux exigé de 8 % porterait la valeur de conversion à 1 768 600 $, un taux de 12 % la ramènerait à 1 623 172 $. Pour l'évaluateur de l'immeuble en bloc, la question est de savoir si l'acheteur type est un convertisseur : si le marché local compte des convertisseurs actifs et que le cadre municipal le permet, la valeur marchande de l'immeuble se situe entre la valeur en bloc et la valeur de conversion, la part de la prime que le vendeur capte dépendant de la concurrence entre acheteurs ; sinon, la valeur marchande est la valeur en bloc et la prime est une valeur d'investissement propre à un acheteur particulier.

42.7.4 Sensibilité au délai, à la décote et au taux

Le tableau 42.9 croise la rotation et la décote de vente occupée. La valeur de conversion va de 1 531 692 $ ($\rho = 5$ %, $\delta = 30$ %), inférieure à la valeur en bloc, à 1 893 849 $ ($\rho = 30$ %, $\delta = 10$ %) : le délai de libération des logements est, de loin, le paramètre dominant, parce qu'il agit à la fois par l'actualisation, par les coûts de portage et par la part du reliquat vendu

Tableau 42.8. Analyse de faisabilité de la conversion de l'immeuble fictif de huit logements (dollars de 2026)

Élément	Montant ($)
Valeur en bloc (capitalisation directe)	
Revenu brut potentiel (8 logements, 12 225 $/mois)	146 700
Revenu brut effectif ($v = 3$ %)	142 299
Dépenses d'exploitation et réserve (42 % du RBE)	59 766
Revenu net d'exploitation	82 533
Valeur en bloc à $R = 5{,}25$ %	1 572 065
Somme des fractions libres (modèle du marché fictif, passif nul)	
F1 (72 m^2, RDC, nord) ; F2 (98, RDC, sud, stat.) ; F3 (72, 2^e, nord) ; F4 (98, 2^e, sud, stat.)	276 481 ; 382 123 ; 288 373 ; 396 431
F5 (85, 3^e, nord) ; F6 (110, 3^e, sud, stat.) ; F7 (85, 2^e, est, stat.) ; F8 (90, 3^e, ouest)	325 140 ; 430 539 ; 356 424 ; 346 680
Somme des valeurs libres	2 802 191
Coûts de conversion K_0 (hypothèses pédagogiques)	
Cadastre vertical et certificats de localisation	28 000
Déclaration de copropriété, publication et honoraires juridiques	22 000
Rapport d'expert et circulaire d'information (art. 54.6 Loi TAL)	9 000
Frais de demande, budget prévisionnel, valeur relative	6 000
Individualisation des services et mise aux normes (8 logements)	120 000
Rafraîchissement des parties communes	35 000
Dotation initiale du fonds de prévoyance (solde d'ouverture requis, chapitre 7)	85 000
Total des coûts de conversion	305 000
Résultat ($\rho = 12$ %, $\delta = 20$ %, $f = 4$ %, $\phi = 1{,}5$ %, $r = 10$ %, $T = 6$)	
Produit brut des ventes, années 1 à 6	1 705 343 ; 131 622 ; 115 827 ; 101 928 ; 89 697 ; 526 219
Frais de vente ; coûts de portage (totaux)	106 825 ; 106 784
Somme nette non actualisée	2 152 027
Valeur de conversion V_{conv} (VAN à 10 %)	1 692 804
Prime de conversion $V_{\text{conv}} - V_{\text{bloc}}$	120 739
Variante : vente occupée des quatre fractions dès l'an 1 ($\delta = 20$ %)	1 884 780

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch42_copro.py` ; capitalisation, VAN et multiplicateur par `traite.finance` ; les coûts de conversion et les paramètres sont des hypothèses déclarées, non des barèmes.

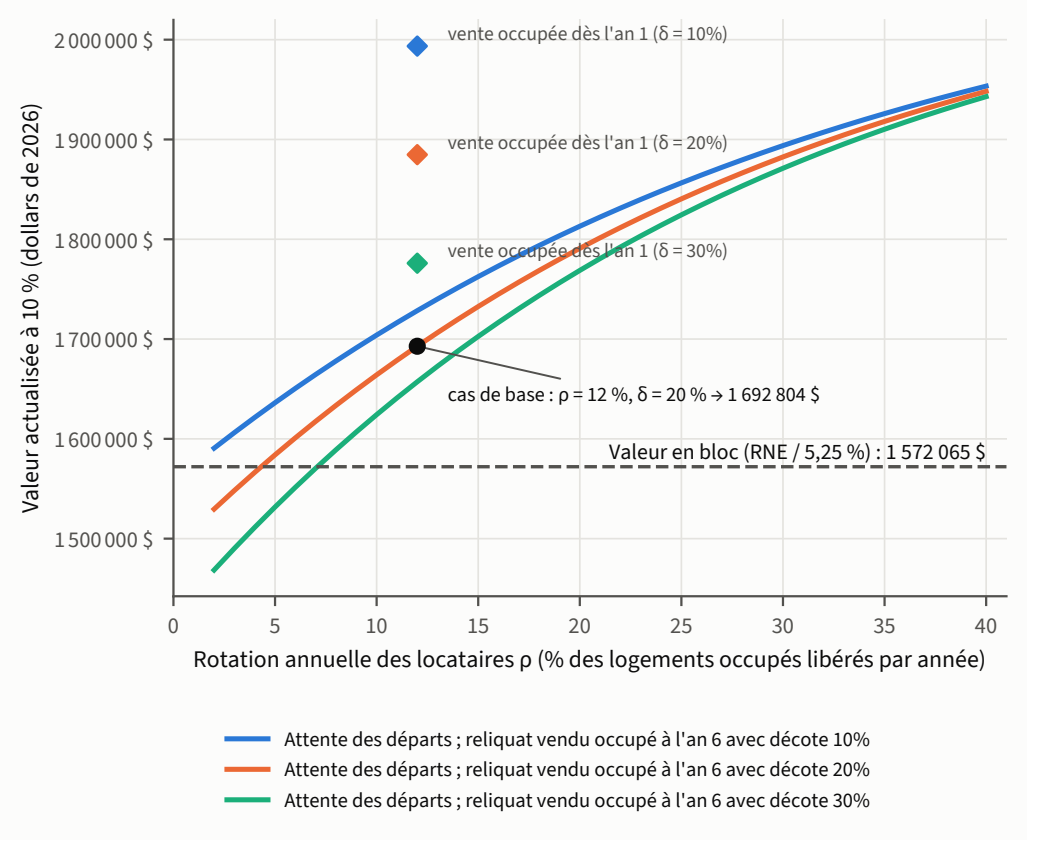


FIGURE 42.4. Valeur de conversion de l'immeuble fictif selon la rotation annuelle des locataires, pour trois décotes de vente occupée, comparée à la valeur en bloc (ligne tiretée) et à la stratégie de vente occupée dès la première année (losanges). Plus la rotation est lente, plus l'attente coûte et plus la prime de conversion s'amenuise ; en deçà d'une rotation de 4 à 7 % selon la décote, la conversion détruit de la valeur par rapport à la détention en bloc.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch42_bloc_piece.py`, graine 20261031.

avec décote. La décote ne compte que pour les fractions vendues occupées, et son effet est donc d'autant plus faible que la rotation est rapide. La variante de vente occupée immédiate domine l'attente pour toutes les combinaisons du tableau où $\delta \leq 20$ %, et pour $\delta = 30$ % dès que la rotation est inférieure à 20 % ; mais elle repose sur l'existence d'investisseurs acheteurs. Le taux exigé pèse aussi : chaque point de taux déplace la valeur de conversion d'environ 36 000 $. Trois leçons en découlent pour l'évaluateur. Un immeuble dont les locataires sont anciens, âgés et logés en deçà du marché, donc peu mobiles et protégés, a une prime de conversion faible ou nulle quelle que soit la somme des fractions ; un immeuble à moitié vacant ou dont les locataires sont récents a une prime élevée ; et la prime, lorsqu'elle existe, n'est capturée par le vendeur de l'immeuble en bloc que si plusieurs convertisseurs sont en concurrence. Dans tous les cas, la conclusion doit afficher le point mort : une marge de sécurité de 6 % sur les valeurs libres, comme ici, est mince au regard des fluctuations annuelles des prix des copropriétés du tableau 42.1.

Tableau 42.9. Sensibilité de la valeur de conversion ($, VAN à 10 %) à la rotation annuelle des locataires ρ et à la décote de vente occupée δ ; valeur en bloc 1 572 065 $

	Attente des départs, rotation ρ					Vente occupée
Décote δ	5 %	8 %	12 %	20 %	30 %	dès l'an 1
10 %	1 636 219	1 678 050	1 728 449	1 813 046	1 893 849	1 993 559
20 %	1 583 956	1 633 533	1 692 804	1 790 914	1 882 497	1 884 780
30 %	1 531 692	1 589 017	1 657 160	1 768 782	1 871 145	1 776 002

Source : [données synthétiques] `analysis/python/cases/ch42_copro.py` ; cas de base $\rho = 12$ %, $\delta = 20$ % ; $r = 8$ % : 1 768 600 $; $r = 12$ % : 1 623 172 $; point mort des valeurs libres : −6,3 %.

Erreurs fréquentes

- Comparer des fractions par leurs frais de copropriété mensuels bruts : la copropriété qui dote correctement son fonds de prévoyance affiche des frais plus élevés et vaut davantage ; seules les charges courantes normalisées s'ajustent par capitalisation, le fonds s'analyse par le déficit.
- Oublier que le passif du syndicat se compare *relativement* : un comparable vendu dans un immeuble sain exige un ajustement négatif pour un sujet sous-capitalisé, et un comparable vendu avec une cotisation spéciale à la charge de l'acheteur exige un ajustement positif.
- Appliquer la quote-part de la déclaration à la valeur de l'immeuble entier, ou confondre les coefficients d'étage et d'orientation de la valeur relative avec les primes et décotes que le marché révèle.
- Estimer la valeur marchande d'une fraction résidentielle par la méthode du revenu : le revenu net d'une copropriété louée capitalise à un taux très inférieur à celui des immeubles locatifs, et le résultat est une valeur d'investissement, non un prix de marché.
- Retenir une fraction louée comme comparable d'une fraction libre sans ajuster le droit transmis, ou retenir une vente de promoteur avec incitatifs comme comparable d'une revente.

- Traiter la conversion comme plus haute et meilleure utilisation d'un immeuble locatif montréalais sans avoir vérifié l'interdiction de l'article 51 de la Loi sur le TAL et le règlement d'arrondissement, ou d'un immeuble occupé sans avoir modélisé le délai de libération des logements et le droit de préemption des locataires.
- Compter la prime de conversion dans la valeur marchande d'un immeuble en bloc alors que l'acheteur type n'est pas un convertisseur, ou la compter entière alors que la concurrence entre convertisseurs n'en laisse au vendeur qu'une part.

Limites et mises en garde

Les exemples chiffrés de ce chapitre sont synthétiques et prolongent l'immeuble fictif du chapitre 7 : les prix implicites du marché fictif (3 650 $/m², élasticité 0,60, coefficients d'étage et d'orientation, case de stationnement à 28 000 $, croissance de 2 %), le taux de capitalisation des charges $R_c = 8$ %, le coefficient $\kappa = 1$, les loyers, la décote de vente occupée, la rotation, les coûts de conversion et le taux exigé du convertisseur sont des hypothèses pédagogiques, non des mesures ; aucune statistique québécoise vérifiée de R_c, de κ, de la décote d'indivision ou de la décote de vente occupée n'existe à notre connaissance, et l'évaluateur doit les extraire du marché local. La pratique des prêteurs à l'égard des parts indivises (mise de fonds de 20 %, absence de prêt assuré) n'a pas été vérifiée dans une source normative. Le cadre de la conversion est décrit d'après le texte de la Loi sur le TAL à jour au 15 octobre 2026 ; le contenu des règlements municipaux pris en vertu des articles 54.12 et 54.13, les règles de la location à court terme et les incidences fiscales de la conversion (taxes de vente, gain en capital) n'ont pas été vérifiés et ne sont pas traités. Le moratoire sur les évictions de la Loi 65 court jusqu'au 6 juin 2027 sous réserve d'une fin anticipée que le gouvernement peut déclencher ; son état doit être revérifié à chaque évaluation. Les données SCHL sur les copropriétés louées portent sur octobre 2025 et les prix APCIQ sur les ventes conclues par courtier au troisième trimestre de 2026 ; ni les uns ni les autres ne décrivent le marché fictif des exemples. Enfin, le modèle de calendrier des ventes suppose une rotation constante et indépendante entre logements ; dans un immeuble réel, les départs sont corrélés à la conjoncture et à l'écart des loyers au marché, et l'évaluateur devrait, pour un mandat important, lui préférer une simulation par scénarios (chapitre 40).

À retenir

- La fraction de copropriété est un faisceau : partie privative, usage restreint, quote-part des parties communes et position financière dans le syndicat ; l'attestation de l'article 1068.1, le carnet et l'étude du fonds en sont les pièces maîtresses depuis le 14 août 2025.
- La comparaison s'organise en deux cercles : les ventes du même immeuble éliminent l'effet d'immeuble et le passif du syndicat, à la différence de quote-part près ; les ventes d'immeubles concurrents exigent les ajustements de charges et de syndicat, et seules elles informent sur la valeur de l'immeuble lui-même.
- Un écart de charges courantes se capitalise à un taux R_c de marché, borné par la

règle de Gordon ; le passif du syndicat (déficit du fonds, cotisations spéciales, litiges) s'ajuste relativement, $\kappa(d_j - d_s)$, de façon cohérente avec l'équation (7.9).
- La part indivise se décote parce qu'elle se finance moins bien ; la copropriété louée se valorise au prix des occupants, et son revenu net capitalise à un taux très inférieur à celui des immeubles locatifs : la méthode du revenu y donne une valeur d'investissement, non la valeur marchande.
- La conversion d'un immeuble locatif en copropriété divise exige l'autorisation du Tribunal administratif du logement, est interdite dans l'agglomération de Montréal sauf dérogation, respecte le maintien dans les lieux et le droit de préemption des locataires, et ne peut s'appuyer sur aucune éviction jusqu'au 6 juin 2027.
- Sa faisabilité se mesure par la prime $V_{\text{conv}} - V_{\text{bloc}}$, où la valeur de conversion actualise les ventes selon un calendrier gouverné par la rotation des locataires ; dans l'exemple, un écart brut de 78 % entre la somme des fractions et la valeur en bloc se réduit à une prime de 7,7 %, et le délai de libération des logements en est le déterminant principal.

Exercices

Exercice 42.1 — Charges d'une fraction ★

Une copropriété de six fractions déclare une valeur relative proportionnelle à la superficie des parties privatives : 60 m², 75 m², 75 m², 90 m², 90 m² et 110 m². Le budget de l'exercice comprend 36 000 $ de charges courantes, 15 000 $ de contribution au fonds de prévoyance recommandée par l'étude et 4 000 $ de contribution au fonds d'auto assurance. Calculez la quote-part et la contribution annuelle et mensuelle d'une fraction de 90 m², puis décomposez-la en charges courantes, fonds de prévoyance et fonds d'auto assurance. Expliquez pourquoi seule la première composante entre dans l'ajustement de charges de l'équation (42.5).

Exercice 42.2 — Lire une attestation ★

L'attestation du syndicat remise pour une fraction dont la quote-part est de 8,50 % indique : solde du fonds de prévoyance 62 000 $; montant recommandé par l'étude au début de l'exercice 180 000 $; cotisation annuelle au fonds votée 9 000 $, recommandée 19 500 $; cotisation spéciale de 40 000 $ votée, exigible dans six mois ; aucun litige. Calculez la part de la fraction dans la cotisation spéciale, dans l'écart entre le solde recommandé et le solde réel, et dans la hausse de cotisation annuelle nécessaire. Quelles rubriques de l'article 10 du Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise avez-vous utilisées, et laquelle manque-t-il pour juger du risque de nouvelles cotisations spéciales ?

Exercice 42.3 — Capitaliser un écart de charges ★★

Deux fractions de 90 m², identiques par ailleurs, supportent des charges courantes de 62 $/m² et de 48 $/m² par année. Calculez l'écart annuel et l'ajustement de l'équation (42.5) pour $R_c = 6\ \%$, 8 % et 12 %, puis la borne de Gordon de l'équation (42.4) avec $r = 5\ \%$ et $g = 2{,}5\ \%$. Si l'écart de charges tient à la présence d'un ascenseur et d'un concierge dans l'immeuble le plus coûteux, l'ajustement doit-il être appliqué en entier ? Justifiez.

Exercice 42.4 — Une grille à un comparable ★★

Le sujet est une fraction de 80 m² au troisième étage, orientée au nord, sans stationnement, dans un immeuble sans ascenseur. Un comparable du même immeuble, 84 m² au deuxième étage, orienté au sud, avec une case de stationnement intérieur, s'est vendu 342 000 $ il y a cinq mois. Avec les paramètres du marché fictif du chapitre (croissance de 2 % par année, coefficients d'étage de 0 au deuxième et +2 % au troisième, d'orientation de −3 % au nord et +3 % au sud, case de stationnement 28 000 $, prix marginal 2 190 $/m²), calculez le prix ramené à la date d'évaluation, chaque ajustement, le prix ajusté et l'ajustement brut. Pourquoi l'ajustement de syndicat est-il ici négligeable ?

Exercice 42.5 — Valeur marchande et valeur d'investissement d'une fraction louée ★★

Un investisseur envisage d'acheter la fraction F4 à sa valeur marchande de 380 000 $ pour la louer 1 700 $ par mois, avec les dépenses de la section 42.6 (inoccupation 2,1 %, taxes 3 300 $, assurance 600 $, frais de copropriété normalisés 10 218 $, gestion 5 % du revenu brut effectif). Calculez le revenu net d'exploitation et le taux implicite. Quel loyer mensuel faudrait-il pour que le taux atteigne 4 % ? Comparez-le aux loyers moyens des copropriétés louées du tableau 42.6 et concluez sur ce qui fixe le prix des fractions.

Exercice 42.6 — Faisabilité d'une conversion avec le script du chapitre ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch42_copro.py`, (a) recalculez la valeur en bloc avec un taux global de 4,75 % au lieu de 5,25 % et la prime de conversion correspondante ; (b) recalculez la valeur de conversion pour une rotation de 30 % et une décote de 10 % ; (c) recalculez-la sans les coûts d'individualisation des services de 120 000 $ et expliquez pourquoi la variation est exactement égale à ce montant ; (d) déterminez, à l'aide du tableau 42.9, les combinaisons de rotation et de décote pour lesquelles vendre occupé dès la première année domine l'attente. Rédigez ensuite une note de 150 mots indiquant à un propriétaire ce qu'il devrait vérifier, en droit et en fait, avant d'entreprendre la conversion, en citant les articles pertinents de la Loi sur le TAL.

Exercice 42.7 — Convertir une indivision en copropriété divise ★★★

Trois indivisaires occupent chacun un logement d'un triplex d'un quartier central estimé à 1 050 000 $ en pleine propriété ; la convention publiée leur attribue l'usage exclusif de leur logement et le marché local applique aux parts indivises une décote de 12 %. Après conversion en copropriété divise, chaque fraction se vendrait 370 000 $; les coûts de conversion (cadastre vertical, déclaration, honoraires, dotation initiale du fonds) sont estimés à 60 000 $. Calculez la valeur totale des trois parts indivises, la somme des fractions, le gain net de la conversion et sa répartition par indivisaire. Expliquez ensuite, à partir de l'article 51 de la Loi sur le TAL, pourquoi l'interdiction propre à l'agglomération de Montréal ne s'applique pas à cet immeuble, quelles autres conditions de la loi et du Code civil (art. 3030) doivent néanmoins être remplies, et ce que l'évaluateur mandaté pour établir la valeur relative des trois fractions doit documenter en vertu de l'article 1053 du Code civil.

Pour aller plus loin

Les textes primaires sont la première lecture : le chapitre du Code civil sur la copropriété divise (Québec 1991, art. 1038–1109), le Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise (Québec 2025a) et le Règlement établissant diverses mesures en matière d'assurance des copropriétés divises (Québec 2020b), dont la page gouvernementale sur les mesures applicables aux copropriétés résume l'application et les délais (Gouvernement du Québec 2026i) ; pour la conversion, les articles 51 à 54.14 de la Loi sur le Tribunal administratif du logement (Québec 2020a) et, pour les évictions, la Loi 65 (Québec 2024a). Sur l'évaluation des copropriétés dans la pratique nord-américaine, Appraisal Institute (2026) consacre des développements aux ajustements d'étage, de vue et de frais, et la revue de Lentz et Wang (1998) recense les enjeux propres à ce type de bien dans le contexte hypothécaire ; Appraisal Institute (2022) donne la terminologie anglaise (*condominium*, *common elements*, *limited common elements*, *reserve fund*, *special assessment*) et Achour (1992) la terminologie civiliste québécoise. Sur le financement et l'analyse d'investissement qui sous-tendent la valeur d'investissement d'une fraction louée et la faisabilité d'une conversion, Brueggeman et Fisher (2022) et Geltner et al. (2014) restent les manuels de référence. La littérature économique sur la conversion du parc locatif est surtout américaine et liée au contrôle des loyers : Sims (2007) et Autor et al. (2014) étudient la fin du contrôle au Massachusetts et ses effets sur les conversions et les prix des immeubles voisins, Diamond et al. (2019) mesurent, à San Francisco, le retrait du parc locatif et sa conversion en copropriétés provoqués par l'extension du contrôle, et Glaeser et Luttmer (2003) analysent la mauvaise allocation des logements sous contrôle ; ces travaux éclairent les motifs de l'encadrement québécois de la conversion, sans en décrire les effets, qui n'ont pas fait l'objet d'étude vérifiée pour cet ouvrage. Enfin, sur les profils d'acheteurs qui distinguent le marché des copropriétés de celui des maisons dans les villes québécoises, les travaux de Kestens et al. (2006) sur Québec sont un point de départ, et les données de la SCHL sur les copropriétés offertes en location (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) sont la seule mesure publique récurrente du segment locatif de la copropriété.

CHAPITRE 43

43

Risques environnementaux et sinistres

Une maison riveraine, un immeuble locatif bâti sur un ancien garage, un plex dont la dalle a soulevé sous la poussée de la pyrite, un triplex dont le sous-sol a été inondé au printemps : dans chacun de ces cas, l'évaluateur doit estimer la valeur d'un bien dont une partie du risque n'est ni visible dans les comparables ordinaires, ni réductible à un coût de correction. Le présent chapitre traite de ces risques sous trois angles qui se répondent. Le premier est juridique : le cadre québécois des zones inondables, entièrement refondu le 1er mars 2026, et le régime des terrains contaminés de la Loi sur la qualité de l'environnement fixent ce qu'un propriétaire peut construire, reconstruire, vendre ou changer d'usage, et ces restrictions sont la première composante de la valeur. Le deuxième est économique : au-delà des règles, le marché tarife un risque physique, un coût d'assurance et une incertitude, et il arrive qu'il tarife aussi une crainte qui survit à la correction du défaut, ce que la littérature appelle le stigmate. Le troisième est méthodologique : la mesure de ces effets exige des outils dont les chapitres précédents ont posé les bases, ventes appariées, modèles hédoniques à indicatrices et interactions, doubles différences autour d'un événement, et elle se heurte à des échantillons petits, à des aménités qui se confondent avec le risque et à des événements rares. L'exemple intégral conjugue deux jeux synthétiques : une municipalité riveraine fictive où une inondation survient en 2019, et le portefeuille du cas 4, dont trois immeubles sont en zone inondable et deux sur des sols contaminés. Le chapitre 8 a décrit les zones de contraintes et le chapitre 11 les pathologies du bâtiment ; le chapitre 36 développe l'identification causale et le chapitre 38 la cartographie des risques ; le présent chapitre se tient à la jonction de ces quatre chapitres et renvoie à chacun plutôt que de les répéter.

Objectifs pédagogiques

- Décrire le cadre réglementaire québécois des zones inondables en vigueur depuis le 1er mars 2026 (classes d'exposition, constructibilité, reconstruction) et celui des terrains contaminés (Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains), avec leurs conséquences pour l'évaluateur.
- Définir le stigmate, le distinguer du coût de correction et du coût du délai, et le situer dans une décomposition explicite de la valeur d'un bien exposé.
- Lire une prime de risque dans un taux de capitalisation et la convertir en décote de

valeur, à revenu donné.
- Modéliser la valeur d'un terrain contaminé, d'un immeuble sinistré et d'un bâtiment atteint d'une pathologie, en traitant explicitement le rôle de l'assurance et le choix entre coût de correction et désuétude.
- Mesurer l'effet d'un risque par ventes appariées, par un modèle hédonique à indicatrice et à interactions et par doubles différences, et reconnaître les pièges propres à chaque méthode : aménités confondues, hétérogénéité des classes, petits nombres d'unités traitées.
- Citer les fourchettes de la littérature empirique avec leurs auteurs, et s'abstenir de toute décote « typique » qui n'aurait pas de source.

43.1 Risque, stigmate et valeur : le cadre d'analyse

43.1.1 Ce que le marché tarife

Un risque environnemental agit sur la valeur par quatre canaux que l'analyse doit séparer, parce qu'ils ne se mesurent pas de la même manière et ne se corrigent pas par les mêmes moyens. Le premier est le **coût de correction** : excaver un remblai de pyrite, réhabiliter un sol, remettre en état un sous-sol inondé sont des travaux dont le coût est estimable par devis et dont la méthode du coût rend compte comme d'une dépréciation physique curable (chapitre 24). Le deuxième est la **restriction juridique** : une résidence qui ne peut être reconstruite après un sinistre, un terrain dont le changement d'usage est subordonné à un plan de réhabilitation, un lot où toute nouvelle construction est interdite perdent une partie de leur valeur d'option, indépendamment de tout dommage présent. Le troisième est le **coût récurrent du risque** : prime d'assurance plus élevée ou couverture refusée, franchise, dépenses d'entretien et de prévention, inoccupation accrue, financement plus cher ; ces coûts réduisent le revenu net ou augmentent le taux de rendement exigé, et ils se lisent dans le taux de capitalisation. Le quatrième est le **stigmate**, que la pratique nord-américaine désigne du même mot (*stigma*) : la perte de valeur qui subsiste une fois le défaut corrigé, les travaux terminés et les coûts récurrents comptés, et qui tient à l'incertitude résiduelle, à la crainte d'une récidive, à la réticence des prêteurs et des assureurs et au rétrécissement du bassin d'acheteurs.

Définition 43.1 : Stigmate

Le **stigmate** d'un immeuble exposé à un risque environnemental est l'écart entre la valeur qu'il aurait s'il était perçu comme exempt de tout risque et sa valeur marchande, une fois déduits le coût de correction du défaut, la valeur actualisée des pertes d'usage pendant la correction et la valeur actualisée des coûts récurrents imputables au risque. C'est une composante de la dépréciation externe (chapitre 24) : elle ne tient pas à l'état physique du bien, mais à la perception qu'en a le marché, et elle n'est mesurable que par le marché lui-même, par comparaison avec des biens non exposés.

Cette définition conduit à écrire la valeur d'un bien exposé comme une différence de

termes identifiables :

$$V_{\text{exp}} = V_{\text{sain}} - C - L - S, \tag{43.1}$$

où V_{sain} est la valeur du bien équivalent non exposé, C le coût de correction actualisé, L la valeur actualisée des pertes d'usage et des coûts récurrents imputables au risque, et S le stigmate. Les trois premiers termes se mesurent par des devis, des baux et des polices d'assurance ; le dernier se mesure par la différence entre la valeur observée et ce que les trois premiers expliquent. Lorsque le risque n'a pas de correction possible (une zone inondable ne se « corrige » pas, sauf par un ouvrage de protection collectif), C est nul et la décote observée est la somme de L et de S : la part des coûts récurrents capitalisés et la part de la crainte. C'est précisément la question posée par Harrison et al. (2001) et par Bin et al. (2008) à propos des zones inondables américaines, et leurs réponses divergent : les premiers trouvent une décote inférieure à la valeur actualisée des primes d'assurance, les seconds des écarts de prix « à peu près équivalents » à la valeur capitalisée des primes, ce qui signifie dans les deux cas un stigmate faible ou nul en temps ordinaire. Après une catastrophe, le tableau change, comme la section 43.2 le montre.

43.1.2 Information, événement et cycle de vie d'une nuisance

Le marché ne tarife que ce qu'il sait. Kiel et McClain (1995) ont suivi les prix des maisons autour d'un incinérateur depuis la rumeur de son implantation jusqu'à son exploitation : la décote apparaît avec l'annonce, s'accentue pendant la construction, puis se stabilise ou s'atténue lorsque l'exploitation se révèle moins nuisible que redouté. Le même cycle vaut pour les risques naturels : Hino et Burke (2021), à partir de deux décennies de ventes couvrant l'ensemble des maisons américaines, trouvent « peu d'indices que les marchés du logement intègrent pleinement l'information sur le risque d'inondation » et estiment que les maisons en zone inondable sont surévaluées, sur la seule base des cartes publiques, de 43,8 milliards de dollars américains (intervalle de confiance de 32,6 à 55,6 milliards). L'information change la valeur sans que rien ne change dans le bien, et les événements sont les vecteurs les plus puissants de cette information. Bin et Polasky (2004) montrent que la décote des maisons en plaine inondable de Pitt County, en Caroline du Nord, est « significativement plus grande » après l'ouragan Floyd de 1999 qu'avant ; Ortega et Taşpinar (2018) suivent, après l'ouragan Sandy, l'émergence graduelle d'une pénalité de prix sur les propriétés de la zone inondable new-yorkaise qui n'ont pas été endommagées, pénalité qui atteint 8 % en 2017 sans signe de récupération, tandis que les propriétés endommagées subissent une chute immédiate de 17 à 22 % suivie d'une récupération partielle. Pour l'évaluateur québécois, la leçon est double : la décote d'une zone inondable n'est pas un paramètre stable, elle dépend de la mémoire récente du marché ; et la publication d'une nouvelle cartographie, comme celle que le Québec déploie progressivement depuis 2026, est elle-même un événement susceptible de modifier les prix des immeubles nouvellement classés.

Trois conséquences pratiques en découlent. D'abord, la date des comparables importe davantage qu'ailleurs : des ventes antérieures à un événement ou à une nouvelle carte informent sur un marché qui ignorait ce que le marché actuel sait. Ensuite, la mesure de l'effet d'un risque exige de distinguer l'effet moyen du risque, qui existe avant tout événement, et l'effet additionnel de l'événement, le stigmate au sens strict ; la section 43.6 montre que les doubles différences isolent le second et non le premier. Enfin, les fourchettes publiées (tableau 43.1) proviennent de marchés, de régimes d'assurance et d'événements particuliers ;

elles bornent le vraisemblable, elles ne dispensent pas de mesurer sur le marché du sujet.

Tableau 43.1. Effets de l'exposition à un risque environnemental sur les prix résidentiels : résultats de la littérature citée

Étude	Risque et contexte	Résultat rapporté
Bin et Polasky (2004)	Plaine inondable, Caroline du Nord, 1992-2002, ouragan Floyd (1999)	Décote de l'ordre de 6 % avant Floyd ; « significativement plus grande » après
Harrison et al. (2001)	Zone inondable, Floride	Décote inférieure à la valeur actualisée des primes d'assurance
Bin et al. (2008)	Zone inondable côtière, Caroline du Nord	Écarts de prix « à peu près équivalents » à la valeur capitalisée des primes ; aménités riveraines positives
Bernstein et al. (2019)	Exposition à la hausse du niveau de la mer, États-Unis	Décote d'environ 7 % des propriétés exposées
Hino et Burke (2021)	Cartes publiques d'inondation, États-Unis, deux décennies	Risque incomplètement tarifé ; surévaluation totale de 43,8 G$ US (IC : 32,6 à 55,6)
Ortega et Taşpinar (2018)	Ouragan Sandy, New York, 2003-2017	Pénalité graduelle atteignant 8 % en 2017 (non endommagés) ; chute de 17 à 22 % puis récupération partielle (endommagés)
Kiel et McClain (1995)	Incinérateur, de la rumeur à l'exploitation	Décote croissante jusqu'à la construction, atténuation ensuite
Simons et Saginor (2006)	Méta-analyse, contamination et aménités	Effets négatifs de la contamination, positifs des aménités ; grande dispersion selon la source et la distance
Jackson (2001) ; Boyle et Kiel (2001)	Recensions	Contamination : décotes variables, stigmate décroissant après réhabilitation ; externalités environnementales
Linden et Rockoff (2008) ; Currie et al. (2015)	Risque perçu (délinquants) ; usines toxiques	Méthodes de différences locales et d'événements transposables aux risques environnementaux

Source : synthèse de l'auteur d'après les articles cités ; les chiffres des colonnes « résultat » sont ceux des résumés ou du dépouillement bibliographique du dépôt (`sources/notes-D.md`) et sont rapportés tels quels, sans transposition au Québec.

43.2 Inondations : le cadre de 2026 et ses conséquences

43.2.1 Classes d'exposition et constructibilité

Le Québec a remplacé le 1er mars 2026 son régime transitoire de gestion des zones inondables par un cadre réglementaire modernisé, modifié de nouveau le 29 juillet 2026 (Gouvernement du Québec 2026c) ; le chapitre 8 l'a présenté sous l'angle du zonage. La base légale est la définition des milieux humides et hydriques de la Loi sur la qualité de

l'environnement, qui inclut « les zones inondables d'un lac ou d'un cours d'eau ainsi que les zones de mobilité d'un cours d'eau » (Québec 1972, art. 46.0.2 al. 3, par. 2.1°). Le cadre comprend deux règlements nouveaux, un Règlement sur l'encadrement d'activités sous la responsabilité des municipalités (Québec 2026d) et un Règlement sur les ouvrages de protection contre les inondations, et il modifie plusieurs règlements existants, dont le Règlement sur les activités dans des milieux humides, hydriques et sensibles (Québec 2026h) et le Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (Québec 2026c). Pour l'évaluateur, l'élément central est la cartographie de nouvelle génération, qui remplace progressivement les anciennes zones de grand courant (récurrence de 0 à 20 ans) et de faible courant (20 à 100 ans) par quatre **classes d'exposition** obtenues en croisant la probabilité d'inondation sur un horizon de 25 ans et la profondeur d'eau attendue (Gouvernement du Québec 2026d). La figure 43.1 en donne la grille : une probabilité « fréquente » (plus de 70 % sur 25 ans), « moyennement fréquente » (de 70 à 20 %) ou « peu fréquente » (de 20 à 7 %) est croisée avec une profondeur de plus de 60 cm, de 30 à 60 cm ou de 0 à 30 cm ; les zones d'embâcle sont classées très élevée d'office.

Probabilité d'inondation sur 25 ans

Profondeur	fréquente (plus de 70 %)	moyennement fréquente (de 70 à 20 %)	peu fréquente (de 20 à 7 %)
plus de 60 cm	très élevée	élevée	modérée
de 30 à 60 cm	très élevée	élevée	faible
de 0 à 30 cm	élevée	modérée	faible

zones d'embâcle : classe très élevée d'office

Nouvelle résidence : interdite dans le littoral, la rive, les classes très élevée, élevée et modérée, les zones de grand courant et de mobilité à court terme ; permise sous conditions en classe faible, en faible courant et en mobilité à long terme. **Résidence existante** : réparation et entretien permis partout ; travaux majeurs soumis à l'adaptation et à l'avis d'un professionnel ; reconstruction permise « uniquement sous certaines conditions », et dans le littoral seulement après un sinistre non lié à l'eau si le bâtiment ne peut être déplacé hors de la zone (art. 83).

Figure 43.1. Les quatre classes d'exposition du cadre québécois des zones inondables (en vigueur depuis le 1er mars 2026) et leurs conséquences pour une résidence. La classe résulte du croisement de la probabilité d'inondation sur 25 ans et de la profondeur d'eau attendue ; les règles détaillées par classe (seuils de dommages, immunisation) sont dans le règlement, non résumées ici.
Source : schéma de l'auteur d'après Gouvernement du Québec (2026d) (mise à jour du 28 août 2026), Gouvernement du Québec (2026l) (14 juillet 2026) et Québec (2026d, art. 83 et 85), consultés le 31 octobre 2026.

Ce que le cadre de 2026 change pour l'évaluateur

Les conséquences pour une résidence sont énoncées sur la page gouvernementale « Réaliser des travaux en rive, en littoral ou en zone inondable » (Gouvernement du Québec 2026l) : une nouvelle résidence est permise sous conditions en classe faible,

> en zone de faible courant et en zone de mobilité à long terme, et interdite dans le littoral, la rive, les classes très élevée, élevée et modérée, les zones de grand courant et de mobilité à court terme ; un bâtiment accessoire d'au plus 50 m² est permis hors de la classe très élevée ; la réparation et l'entretien d'une résidence existante sont permis partout, les travaux majeurs sont soumis à des exigences d'adaptation et à l'avis d'un professionnel, et « la reconstruction d'un bâtiment résidentiel est permise uniquement sous certaines conditions ». Dans le littoral, le Règlement sur l'encadrement d'activités sous la responsabilité des municipalités n'autorise la reconstruction que si elle « est réalisée en raison d'un sinistre, autre qu'un sinistre lié à une inondation, à une submersion ou à la mobilité d'un cours d'eau » et si le bâtiment « ne peut pas être déplacé ailleurs sur le terrain sans empiéter dans un littoral ou une zone inondable de classe très élevée » (Québec 2026d, art. 83) ; dans la rive, une bande végétalisée d'au moins cinq mètres doit être conservée et aucun rapprochement du littoral n'est permis (Québec 2026d, art. 85). Trois autres textes se greffent à ce cadre. La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme permet à la municipalité d'exiger que « la reconstruction ou la réfection de tout bâtiment détruit, devenu dangereux ou ayant perdu au moins la moitié de sa valeur » soit conforme aux règlements en vigueur (Québec 1979a, art. 118 par. 6°), et elle ferme la dérogation mineure dans les zones de contraintes (Québec 1979a, art. 145.2 al. 2). La Loi sur la fiscalité municipale fait d'un sinistre (incendie, destruction) et de « l'imposition ou de la levée […] d'une restriction juridique aux utilisations possibles de l'immeuble » des motifs de modification du rôle (Québec 1979b, art. 174 par. 6° et 19°), et elle précise que l'état d'une unité d'évaluation « comprend, outre son état physique, sa situation au point de vue économique et juridique […] et l'environnement » (Québec 1979b, art. 46 al. 3). Enfin, le programme Rénoclimat comporte depuis le 1er octobre 2026 un volet d'adaptation aux inondations : pompe submersible (au plus 1 000 $), clapet antiretour (700 $), barrière amovible (800 $) et, en zone inondable, un parcours accompagné couvrant 75 % des coûts d'un diagnostic (au plus 1 000 $) et de la protection des fondations (au plus 35 000 $) (Gouvernement du Québec 2026n). La correspondance entre les nouvelles classes et les anciennes zones de grand et de faible courant n'est pas énoncée par les pages consultées, et les règles détaillées par classe n'ont pas été extraites du règlement : pour chaque immeuble riverain, l'évaluateur consulte la carte interactive et le texte en vigueur à la date d'évaluation, et il documente ce qu'il a lu.

Ces règles ont trois conséquences pour la valeur. La première touche la valeur du terrain : un lot vacant de classe très élevée, élevée ou modérée n'a plus d'usage résidentiel possible, et sa valeur se réduit à celle des usages résiduels (agrandissement d'un voisin, stationnement, espace vert), ce qui est l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation du chapitre 41. La deuxième touche l'option de reconstruction d'une résidence existante : dans les classes où la reconstruction est interdite ou lourdement conditionnée, la valeur de l'immeuble ne peut excéder la valeur actualisée des services qu'il rendra jusqu'à sa fin, sans réversion vers un bâtiment neuf, ce que le chapitre 24 traite comme une dépréciation externe incurable. La troisième touche les coûts récurrents : les travaux d'adaptation exigés lors de travaux majeurs, le coût de l'assurance et la perspective d'un sinistre augmentent les dépenses attendues et le taux de rendement exigé par un acheteur informé.

La publication progressive des cartographies de nouvelle génération ajoute une difficulté propre à la période 2026-2030. Un immeuble peut passer, du jour au lendemain, d'une zone de faible courant à une classe élevée, ou l'inverse, sans que rien n'ait changé sur le terrain ; la restriction juridique change, et avec elle la valeur. Pour l'évaluateur, la date de la carte applicable au sujet est une donnée du mandat au même titre que la date d'évaluation, et les comparables doivent être lus à la lumière de la carte qui s'appliquait à eux lors de leur vente. Un comparable vendu en 2024 sous l'ancienne cartographie n'informe pas sur la décote d'une classe qui n'existait pas encore ; symétriquement, un bien dont la classe a été relevée par la nouvelle carte peut se vendre, pendant quelques mois, à un prix qui ne reflète pas encore sa situation, parce que le marché n'a pas encore appris. Ce décalage est exactement celui que Hino et Burke (2021) mesurent à grande échelle, et il justifie que le rapport distingue, pour un immeuble riverain, la classe en vigueur, la date de sa publication et l'état d'information probable des parties aux ventes comparables.

Vérifications propres à un immeuble exposé

Pour un sujet riverain ou situé sur un terrain à usage ancien, la vérification habituelle du chapitre 16 s'étend à six points que le dossier doit documenter avec leur date de consultation : la classe d'exposition en vigueur sur la carte interactive gouvernementale et, le cas échéant, l'ancienne zone de grand ou de faible courant du règlement municipal encore applicable ; les restrictions de reconstruction et d'agrandissement qui en découlent, lues dans le règlement en vigueur et confirmées auprès de la municipalité ; l'index aux immeubles du registre foncier, pour tout avis de contamination ou de décontamination et toute restriction d'utilisation inscrite (art. 31.58 à 31.60 LQE) ; la liste municipale des terrains contaminés (art. 31.68 LQE) et le Répertoire ministériel, en gardant à l'esprit que ce dernier n'est pas exhaustif et qu'il ne retire jamais un nom ; l'historique des sinistres et des réclamations, par les déclarations du vendeur, les factures et, pour un immeuble locatif, les dossiers d'assurance ; et la police d'assurance en vigueur avec ses avenants, ses exclusions et sa franchise, comparée à une soumission pour un bien équivalent non exposé. Chaque comparable retenu subit les mêmes vérifications, au moins pour la classe d'exposition et l'historique des sinistres, parce qu'un comparable exposé et un comparable non exposé n'informent pas sur la même chose.

43.2.2 Assurabilité et coûts récurrents

L'assurance est la variable la plus mal documentée de ce chapitre et il faut le dire d'emblée. Les données publiques vérifiées dans le dépôt se limitent à la prime moyenne d'assurance habitation au Québec, 1 103 $ en 2024, en hausse de 9 % sur un an et de 63 % en dix ans, et au coût moyen d'un sinistre, 22 745 $, tels que les rapporte le Bureau d'assurance du Canada (Bureau d'assurance du Canada 2025). Le fonctionnement du marché canadien de l'assurance contre les inondations par débordement de cours d'eau, l'existence de zones où cette protection n'est pas offerte ou l'est à des primes très élevées, et les programmes publics d'aide aux sinistrés n'ont pas été vérifiés sur une source primaire dans le cadre de ce chapitre ; ils sont inscrits comme non vérifiés dans le registre des affirmations et ne sont pas décrits ici. Ce que l'évaluateur peut faire, pour un immeuble donné, c'est obtenir la police en vigueur et les avenants, demander une soumission d'assurance pour la propriété telle qu'elle est et

pour une propriété équivalente hors zone, et traiter l'écart annuel de prime et de franchise attendue comme une dépense récurrente ΔA imputable au risque. Sous l'hypothèse d'un écart constant et d'un taux de capitalisation R, la valeur actualisée de ce coût est $L_A = \Delta A / R$, et elle constitue une borne inférieure de la décote qu'un acheteur informé exigera ; c'est la quantité à laquelle Harrison et al. (2001) et Bin et al. (2008) comparent les décotes observées. Lorsqu'aucune couverture n'est offerte, le raisonnement s'inverse : l'acheteur porte le risque lui-même, et la décote attendue est l'espérance actualisée des dommages, que seules la probabilité annuelle d'inondation et la profondeur attendue, c'est-à-dire la classe d'exposition, permettent d'approcher.

43.2.3 La prime de risque dans le taux de capitalisation

Pour un immeuble de revenu, le risque d'inondation se lit dans le taux de capitalisation plutôt que dans le prix unitaire. Si le marché exige, à revenu net donné, un rendement plus élevé pour un immeuble exposé, le taux global extrait des ventes d'immeubles exposés excède celui des immeubles comparables non exposés ; le chapitre 29 a montré comment extraire les taux et le chapitre 33 comment les comparer entre marchés. Le modèle naturel est une régression du logarithme du taux sur les caractéristiques de l'immeuble, des indicatrices de marché et les indicatrices de risque :

$$\ln R_i = \alpha + \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \sum_{m} \mu_m \, \mathbb{1}[\mathrm{RMR}_i = m] + \gamma_I \, I_i + \gamma_S \, S_i + \varepsilon_i, \tag{43.2}$$

où I_i vaut un si l'immeuble est en zone inondable et S_i un si son sol est contaminé. Le coefficient γ_I est la prime de risque en logarithme ; l'effet en pourcentage du taux est $100\,[\exp(\gamma_I) - 1]$, avec la correction de Kennedy (1981) lorsque la variance de $\hat{\gamma}_I$ n'est pas négligeable (chapitre 17). La décote de valeur qui en résulte, à revenu net donné, découle de $V = RNE/R$:

$$\frac{V_{\text{exp}}}{V_{\text{sain}}} = \frac{R_{\text{sain}}}{R_{\text{exp}}} = \exp(-\gamma_I), \qquad \text{soit une décote de } 1 - \exp(-\gamma_I) \approx \gamma_I \text{ pour } \gamma_I \text{ petit.} \tag{43.3}$$

Une prime de 5 % du taux (de 5,00 à 5,25 %) équivaut donc à une décote de valeur de $1 - 1/1{,}05 = 4{,}76$ %, et non de 5 %. Lorsque le risque réduit aussi le revenu net (inoccupation, assurance, entretien), l'effet total sur la valeur est la somme des deux effets en logarithme :

$$\Delta \ln V = \Delta \ln RNE - \Delta \ln R, \tag{43.4}$$

une identité que l'exemple intégral utilise pour réunir la mesure sur les revenus et la mesure sur les taux.

Données synthétiques

Le portefeuille du cas 4 est synthétique : 48 immeubles multirésidentiels fictifs répartis dans six régions métropolitaines, décrits dans `data/synthetic/cas4_portefeuille.csv` et `cas4_portefeuille_series.csv`, générés par `analysis/python/traite/synth.py` (graine 20261031) selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md`. Le taux global de chaque immeuble y est

tiré d'un taux régional calibré sur les fourchettes publiées pour Montréal et Québec, multiplié par un facteur d'état, par 1,05 si l'immeuble est en zone inondable et par 1,03 si son sol est contaminé ; la probabilité d'être en zone inondable est de 8 % et celle d'une contamination de 5 %. Trois immeubles (P36 à Québec, P41 à Montréal, P43 à Saguenay) sont en zone inondable et deux (P20 et P21, à Montréal) sur un sol contaminé. La municipalité de Rivière-Fictive de la section 43.7 est elle aussi entièrement fictive ; ses lots, ses classes et ses ventes sont écrits dans `data/synthetic/ch43_riverain_lots.csv` et `ch43_riverain_ventes.csv` par le script du chapitre. Tous les chiffres de ce chapitre sont reproduits par `analysis/python/cases/ch43_risques.py`, et aucun ne décrit un marché réel.

La fonction `effets_regionaux` du module `traite.cas4` estime l'équation (43.2) sur les 48 immeubles, avec l'état, le logarithme du nombre de logements, l'âge et des indicatrices de région (Montréal en référence). Le coefficient de l'indicatrice de zone inondable est $\hat{\gamma}_I = 0{,}0756$ (erreur-type robuste 0,0347), soit une prime de +7,86 % du taux, avec un intervalle de confiance à 95 % de +0,77 à +15,44 % ; la correction de Kennedy ramène l'effet ponctuel à +7,79 %. Le coefficient de la contamination est $\hat{\gamma}_S = 0{,}0536$ (0,0288), soit +5,50 % du taux, avec un intervalle qui inclut zéro (−0,29 à +11,63 %). Les lois déclarées du générateur sont de +5 % et de +3 % : les deux estimations ponctuelles les dépassent, mais l'écart n'est pas significatif ($t = 0{,}77$ pour l'inondation), et il s'explique par la petitesse des groupes exposés. Trois immeubles inondables et deux immeubles contaminés sur quarante-huit : chaque coefficient repose sur une poignée d'observations dont le bruit idiosyncrasique (l'écart-type du taux est de 6 % dans le générateur) n'est pas moyenné. Par l'équation (43.3), la prime estimée correspond à une décote de valeur de $1 - \exp(-0{,}0756) = 7{,}29$ % à revenu donné, contre 4,76 % pour la loi déclarée. Ces trois immeubles représentent 6,66 % de la valeur du portefeuille (figure 43.2) ; le chapitre 48 en tire les conséquences pour le risque agrégé.

43.3 Sols contaminés

43.3.1 Le régime de la Loi sur la qualité de l'environnement

Le régime québécois des terrains contaminés est celui de la section IV du chapitre IV du titre I de la Loi sur la qualité de l'environnement, articles 31.42 à 31.69, complété par le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (Québec 2003). Le tableau 43.2 en retient les dispositions qui conditionnent la valeur. Trois idées structurent ce régime. La première est que les obligations naissent d'un *événement* : la cessation définitive d'une activité industrielle ou commerciale désignée, qui oblige à une étude de caractérisation « dans les 12 mois de cette cessation d'activité » et, si les valeurs limites sont dépassées, à un plan de réhabilitation dans les trois mois (Québec 1972, art. 31.51) ; ou le changement d'utilisation d'un terrain où s'est exercée une telle activité, qui est « subordonné à l'approbation par le ministre d'un plan de réhabilitation lorsque sont présents […] des contaminants dont la concentration excède les valeurs limites » (Québec 1972, art. 31.53–31.54), le changement d'utilisation incluant toute nouvelle activité « notamment de nature industrielle, commerciale, institutionnelle, agricole ou résidentielle ». La deuxième idée est celle des **valeurs limites** : le Règlement fixe par défaut celles de son annexe I et réserve celles, plus permissives, de son annexe II aux terrains zonés industriels, commerciaux ou institutionnels, « à l'exclusion […]

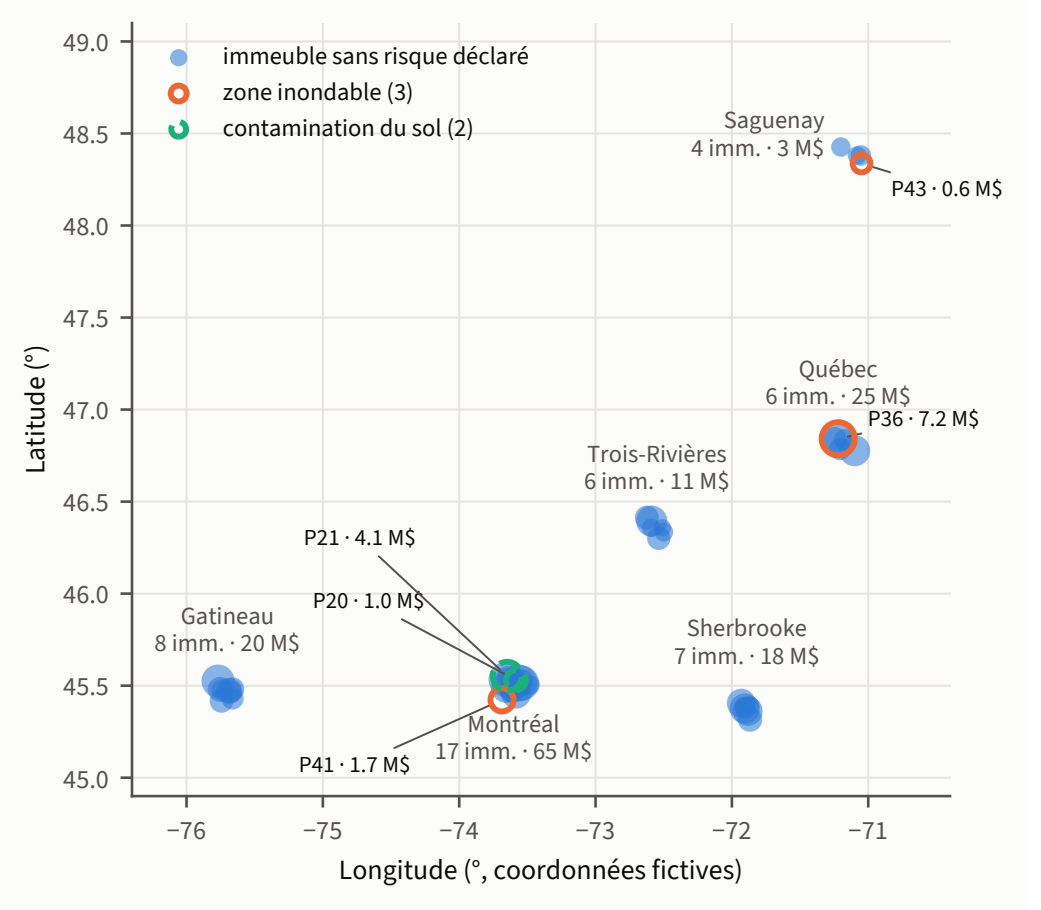


FIGURE 43.2. Carte schématique des 48 immeubles du cas 4, par région métropolitaine (coordonnées fictives, taille proportionnelle à la valeur de 2026). Les trois immeubles en zone inondable (P36, P41, P43) et les deux immeubles sur sol contaminé (P20, P21) sont mis en évidence ; ils représentent 6,7 % et 3,5 % de la valeur du portefeuille.

Source: [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch43_carte_cas4.py ; données traite.cas4, graine 20261031

[des] terrains où sont aménagés des bâtiments totalement ou partiellement résidentiels » et des écoles, centres de la petite enfance, hôpitaux et centres d'hébergement (Québec 2003, art. 1). Les lettres A, B et C que la pratique emploie couramment ne figurent pas dans le règlement : elles proviennent du Guide d'intervention du ministère, où A désigne le niveau de fond, B correspond à peu près à l'annexe I (usages résidentiels) et C à l'annexe II (usages industriels et commerciaux). La troisième idée est la **publicité** : dès qu'il a connaissance d'un dépassement, le propriétaire doit « requérir l'inscription d'un avis de contamination sur le registre foncier », avis qui désigne le terrain, nomme le requérant et le propriétaire, indique « l'utilisation qu'autorise la réglementation de zonage » et comporte « un résumé de l'étude de caractérisation signé par un professionnel » (Québec 1972, art. 31.58) ; un avis de décontamination peut être inscrit après les travaux et une nouvelle étude (Québec 1972, art. 31.59) ; les restrictions d'utilisation d'un plan de réhabilitation sont opposables aux acquéreurs subséquents par inscription au registre (Québec 1972, art. 31.60) ; et chaque municipalité tient une liste publique des terrains contaminés, à laquelle la délivrance des permis de construction et de lotissement est subordonnée (Québec 1972, art. 31.68).

43.3.2 Caractérisation : les trois phases

La pratique professionnelle de l'évaluation environnementale de site procède en trois phases, que le vocabulaire québécois a repris de la pratique nord-américaine. La **phase I** est une étude documentaire et une visite : historique des usages du terrain et des terrains voisins, photographies aériennes, titres, permis, registres gouvernementaux, entretiens, observation d'indices (réservoirs, taches, remblais, odeurs) ; elle ne comporte aucun échantillonnage et conclut à la présence ou à l'absence d'un risque de contamination justifiant la poursuite. La **phase II** est l'échantillonnage : sondages, puits d'observation, analyses en laboratoire accrédité des sols et des eaux souterraines, comparées aux valeurs limites applicables à l'usage projeté ; elle établit si les valeurs sont dépassées et par quels contaminants. La **phase III** délimite l'étendue de la contamination en trois dimensions, estime les volumes et les coûts des options de réhabilitation (excavation et disposition, traitement sur place, confinement et gestion des risques) et sert de base au plan de réhabilitation. Pour l'évaluateur, cette séquence définit trois états d'information très différents. Avant toute étude, le risque est une probabilité fondée sur l'historique des usages, et la conclusion de valeur repose sur une hypothèse extraordinaire divulguée selon les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre (chapitre 10) ; après la phase II, la présence ou l'absence de dépassement est établie mais le coût reste incertain ; après la phase III, le coût est un devis et le délai un échéancier, et la valeur se calcule. La valeur de l'information du chapitre 11, qui compare le coût d'un test au coût espéré du défaut (équation (11.2)), s'applique mot pour mot : une phase I coûte quelques milliers de dollars et une phase II quelques dizaines de milliers, alors qu'une réhabilitation se chiffre en centaines de milliers ; dès que l'historique des usages rend la contamination plausible, l'étude vaut son coût, et l'évaluateur la recommande.

43.3.3 Modèle de valeur d'un terrain contaminé

Soit V_p la valeur du terrain (ou de l'immeuble) s'il était propre et perçu comme tel, C le coût total de caractérisation et de réhabilitation, T le délai en années entre l'achat et la disponibilité du terrain réhabilité, r le taux d'actualisation exigé par un acheteur pour ce type de risque, s le stigmate résiduel en proportion de V_p et k la provision pour dépassement

Tableau 43.2. Dispositions de la Loi sur la qualité de l'environnement et du Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains qui conditionnent la valeur

Disposition	Contenu	Incidence pour l'évaluateur
LQE art. 31.42	L'étude de caractérisation « doit être signée par un professionnel » ; un terrain « comprend les eaux souterraines et les eaux de surface »	Qualité de la preuve ; périmètre de la contamination
LQE art. 31.51	Cessation définitive d'une activité désignée : caractérisation dans les 12 mois, plan de réhabilitation dans les 3 mois si dépassement	Passif latent d'un terrain à usage ancien
LQE art. 31.53–31.54	Changement d'utilisation subordonné à un plan de réhabilitation approuvé si dépassement des valeurs limites	Conditionne la plus haute et meilleure utilisation (chapitre 41)
LQE art. 31.55 et 31.57	Maintien de contaminants possible avec évaluation des risques et assemblée publique ; réhabilitation volontaire	Alternative à l'excavation ; restrictions d'usage
LQE art. 31.58–31.60	Avis de contamination et de décontamination au registre foncier ; restrictions opposables aux acquéreurs	Vérification des titres (chapitre 7) ; stigmate documenté
LQE art. 31.68	Liste municipale publique ; permis de construction et de lotissement conditionnels	Vérification auprès de la municipalité
RPRT art. 1 et annexes I–II	Valeurs limites par défaut (annexe I) ; annexe II pour les terrains industriels, commerciaux, institutionnels, hors bâtiments résidentiels	L'usage résidentiel exige les valeurs les plus strictes
Répertoire des terrains contaminés	Inscription « généralement » au-dessus du critère B ; « Il ne s'agit pas d'un inventaire exhaustif » ; noms jamais retirés	Outil de dépistage, non de preuve ; l'inscription survit à la réhabilitation

Source : Québec (1972) (texte à jour au 15 octobre 2026), Québec (2003) (à jour au 1er juillet 2026), Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (2026), consultés le 31 octobre 2026 ; dépouillement dans `sources/notes-B.md`.

des coûts. Un acheteur rationnel paie aujourd'hui la valeur actualisée de ce qu'il recevra et déboursera :

$$V_c = \frac{V_p\,(1-s)}{(1+r)^{T}} - \frac{C\,(1+k)}{(1+r)^{T/2}} - \sum_{m=1}^{12T} \frac{\ell_m}{(1+r_m)^{m}}, \tag{43.5}$$

où le coût est réputé payé à mi-parcours, ℓ_m est la perte de revenu mensuelle pendant les travaux (nulle pour un terrain vacant) et $r_m = (1+r)^{1/12}-1$. L'équation (43.5) sépare les quatre termes de l'équation (43.1) : le coût $C(1+k)$ actualisé, le coût du délai $V_p(1-s)\,[1-(1+r)^{-T}]$, les pertes d'usage et le stigmate sV_p. Deux remarques guident son emploi. D'abord, la méthode « valeur propre moins coût de réhabilitation », que l'on rencontre dans les rapports, n'est que le cas particulier $T=0$, $s=0$, $k=0$; elle surestime la valeur dès que les travaux prennent du temps ou que le marché garde mémoire de la contamination, et l'écart peut être considérable, comme l'exemple ci-dessous le montre. Ensuite, le stigmate s n'est pas un paramètre à fixer par jugement : il se mesure sur des ventes de terrains réhabilités comparées à des terrains jamais contaminés (section 43.6), et la littérature indique qu'il décroît avec le temps écoulé depuis la réhabilitation et avec la qualité de la documentation (Jackson 2001 ; Simons et Saginor 2006). L'avis de décontamination inscrit au registre foncier (Québec 1972, art. 31.59) et le dossier complet des études sont, à cet égard, des actifs : ils réduisent l'incertitude de l'acheteur, donc le stigmate.

Exemple 43.1 : Terrain d'un ancien garage : valeur contaminée

Hypothèses fictives, déclarées dans le script du chapitre : un terrain où s'exerçait un garage avec réservoirs souterrains, sur lequel un immeuble de huit logements est projeté, vaudrait propre 2 100 000 $; la phase I coûte 3 500 $, la phase II 18 000 $ et la réhabilitation par excavation 185 000 $, soit un coût total de 206 500 $, avec une provision de 25 % pour dépassement ; le délai jusqu'à la disponibilité du terrain réhabilité est de 15 mois ; le taux d'actualisation exigé est de 6,5 % ; le stigmate résiduel est fixé, pour l'exemple, à 5 %. L'équation (43.5) donne une valeur actualisée du terrain propre stigmatisé de 1 843 979 $, une valeur actualisée du coût de 248 163 $ et une valeur contaminée de 1 595 816 $, soit 24,01 % de moins que la valeur propre. La décomposition du tableau 43.3 montre que le coût de réhabilitation n'explique que la moitié de l'écart : le coût du délai pèse 151 021 $ et le stigmate 105 000 $. La règle « valeur propre moins coût » aurait conclu à 1 893 500 $, soit 297 684 $ de trop.

43.4 Pathologies du bâtiment : désuétude ou coût de correction

Pyrite, pyrrhotite, ocre ferreuse, radon, moisissures, amiante, vermiculite, réservoirs de mazout : le chapitre 11 a décrit ces pathologies québécoises, leurs signes, les tests qui les confirment et la règle de décision qui justifie de recommander un test (section 11.4.4). Le présent chapitre n'y revient que pour une question : comment traduire en valeur une pathologie confirmée ? La réponse tient dans la distinction du chapitre 24 entre dépréciation curable et incurable (équation (24.4)). Une pathologie est *curable* lorsque le coût de sa correction n'excède pas le gain de valeur qu'elle procure ; la dépréciation est alors le coût de correction, augmenté des pertes d'usage pendant les travaux et, le cas échéant, d'un stigmate

Tableau 43.3. Décomposition de l'écart entre la valeur propre et la valeur contaminée du terrain de l'exemple 43.1 (hypothèses fictives)

Composante	Montant ($)	Part de l'écart (%)
Valeur propre V_p	2 100 000	—
Coût de réhabilitation actualisé, $C(1+k)(1+r)^{-T/2}$	−248 163	49,2
Coût du délai, $V_p(1-s)\,[1-(1+r)^{-T}]$	−151 021	30,0
Stigmate, sV_p	−105 000	20,8
Valeur contaminée V_c	1 595 816	—
Écart total	−504 184	100,0

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch43_risques.py (fonction `exemple_contamination`)

résiduel :

$$D_{\text{cur}} = C_{\text{corr}} + L + S. \tag{43.6}$$

Une pathologie est *incurable* lorsque sa correction coûterait plus qu'elle ne rapporte, ou qu'elle est impossible ; la dépréciation est alors la perte de revenu ou de loyer qu'elle entraîne, capitalisée au taux du marché, ou la décote extraite de ventes appariées :

$$D_{\text{inc}} = \frac{\Delta RNE}{R} \quad \text{ou} \quad D_{\text{inc}} = \overline{P_{\text{sans}} - P_{\text{avec}}^{\text{aj}}}. \tag{43.7}$$

L'exemple de la pyrite illustre la règle. Pour une excavation de 25 000 $ et une perte d'usage de 2 000 $, la dépréciation curable est de 27 000 $; si l'on renonçait à corriger et que le défaut réduisait le loyer net de 1 800 $ par année, la capitalisation à 5,5 % donnerait 32 727 $: la correction est le moindre mal, le défaut est curable et l'équation (43.6) s'applique. Le radon est l'exemple inverse d'une pathologie presque toujours curable à faible coût (scellement, dépressurisation sous dalle) mais qui, non corrigée, pèse sur la valeur par un canal différent : l'obligation de la déclarer, l'exigence d'un test par les acheteurs et la réticence de certains prêteurs. Le stigmate des pathologies corrigées est en général faible lorsque la correction est documentée (factures, rapport de l'entrepreneur, test de contrôle), ce qui est une raison de plus de conserver ces documents au dossier et de les exiger du vendeur. Les moisissures posent un problème intermédiaire : leur élimination est peu coûteuse lorsque la cause (infiltration, condensation, ventilation) est corrigée, mais tant que la cause demeure, le défaut revient, et un acheteur informé capitalise la récurrence plutôt que le coût d'un nettoyage ; la dépréciation est alors celle de la cause, et non celle du symptôme. L'amiante et la vermiculite sont le cas inverse d'un défaut souvent incurable au sens économique : laissés en place et confinés, ils ne gênent pas l'usage, mais ils renchérissent tout travail ultérieur et pèsent sur la valeur par ce surcoût futur actualisé, que des paires de ventes mesurent mieux qu'un devis. Dans tous ces cas, la règle de décision est la même : comparer le coût de la correction à la perte de valeur que le marché attache au défaut non corrigé, et retenir le moindre des deux, puisqu'un acheteur rationnel fera ce choix. Le tableau 11.2 du chapitre 11 indique, pour chaque pathologie, si elle est en principe curable ; le présent chapitre retient que ce classement dépend des coûts du moment et de la valeur du bien, et qu'il doit être vérifié pour chaque sujet.

43.5 Sinistres et valeur après sinistre

43.5.1 La valeur d'un immeuble sinistré

Un sinistre (incendie, inondation, refoulement d'égout, dégât d'eau majeur, effondrement) crée trois pertes distinctes. La première est le coût de remise en état C_r, établi par devis ou par la méthode du coût (chapitre 21). La deuxième est la perte d'usage : loyers perdus pendant les travaux pour un immeuble locatif, coût de relogement pour un propriétaire occupant, actualisés sur la durée des travaux. La troisième est le stigmate résiduel : un immeuble qui a été inondé reste, aux yeux du marché, un immeuble inondable ; un immeuble incendié éveille la crainte de dommages cachés à la structure ; un refoulement signale un problème de drainage ou d'égout collectif. La valeur de l'immeuble sinistré, non réparé, à la date du sinistre est

$$V_{\text{après}} = V_{\text{avant}} - C_r - \sum_{m=1}^{M} \frac{\ell_m}{(1+r_m)^m} - s\,V_{\text{avant}}, \tag{43.8}$$

où M est la durée des travaux en mois, ℓ_m la perte mensuelle d'usage et s le stigmate résiduel en proportion de la valeur antérieure. Deux précisions. La valeur antérieure V_{avant} est la valeur marchande à la date d'évaluation du bien tel qu'il était la veille du sinistre, non une valeur historique ; si le marché a évolué, elle est réestimée. Et le coût de remise en état est celui de la remise à l'état antérieur, non celui d'une amélioration : si le propriétaire profite des travaux pour moderniser, la part d'amélioration est une plus-value, non une perte.

43.5.2 Le rôle de l'assurance

L'assurance change la position du propriétaire, non la valeur de l'immeuble. L'indemnité A versée par l'assureur couvre une part du coût de remise en état (sous réserve de la franchise, des exclusions et des limites de la police) et, lorsque la police le prévoit, une part des pertes de loyers ; elle ne couvre jamais le stigmate, qui n'est pas un dommage matériel. La position du propriétaire assuré après le sinistre est donc

$$W = V_{\text{après}} + A, \qquad V_{\text{avant}} - W = (C_r - A_C) + (L - A_L) + s\,V_{\text{avant}}, \tag{43.9}$$

où A_C et A_L sont les parts de l'indemnité affectées aux coûts et aux pertes d'usage. L'évaluateur distingue soigneusement les deux questions qu'on lui pose : quelle est la valeur marchande de l'immeuble dans son état sinistré (c'est $V_{\text{après}}$, et elle intéresse l'acheteur éventuel, le prêteur et l'évaluateur municipal au titre de l'article 174 par. 6° de la Loi sur la fiscalité municipale) et quelle est la perte du propriétaire (c'est $V_{\text{avant}} - W$, et elle intéresse l'assuré, l'assureur et, en cas de litige, le tribunal). Les normes de pratique de l'Ordre comportent des règles propres aux mandats d'assurance (normes 13 et 14), que le chapitre 10 situe ; en évaluation marchande, la règle est de ne jamais confondre valeur assurable (coût de reconstruction, chapitre 21) et valeur marchande. Pour les bâtiments neufs, le plan de garantie obligatoire exclut expressément les inondations et les sols contaminés (Québec 1998, art. 12) : un acheteur d'un bâtiment neuf en zone inondable ne peut compter sur la garantie pour ce risque.

Le sinistre a enfin une conséquence fiscale que l'évaluateur ne doit pas négliger. La destruction totale ou partielle d'un bâtiment est un motif de modification du rôle d'évaluation foncière (Québec 1979b, art. 174 par. 6°), et la modification prend effet à la date de l'événement, sans pouvoir remonter avant le premier jour de l'exercice précédant celui de la modification (Québec 1979b, art. 177 par. 5°) ; l'état retenu est alors celui de l'unité « immédiatement après

l'événement », les conditions du marché restant celles de la date de référence du rôle (Québec 1979b, art. 46 al. 2). Un propriétaire sinistré a donc intérêt à demander la modification de son rôle, et l'évaluateur municipal doit distinguer, dans la valeur après sinistre, ce qui relève de l'état physique (coût de remise en état, perte d'usage), qu'il inscrit, et ce qui relève du stigmate, qu'il n'inscrit que s'il est établi par le marché à la date de référence. Le chapitre 9 traite de la procédure.

Exemple 43.2 : Un immeuble de huit logements du cas 4 inondé

L'immeuble P41 du cas 4, à Montréal, compte huit logements d'un loyer mensuel moyen de 1 402 $, un revenu net de 79 943 $ et une valeur de 1 714 000 $ en 2026 ; il est en zone inondable. On suppose, à titre d'hypothèses fictives, qu'une inondation endommage le rez-de-chaussée et le sous-sol : coût de remise en état 240 000 $, quatre logements inhabitables pendant cinq mois (perte de 5 608 $ par mois), taux d'actualisation 6,5 %, stigmate résiduel 5 %, police couvrant 85 % du coût de remise en état avec une franchise de 10 000 $ et sans couverture des loyers. L'équation (43.8) donne une perte d'usage actualisée de 27 603 $, un stigmate de 85 700 $ et une valeur après sinistre de 1 360 697 $, soit 20,61 % de moins que la valeur antérieure. L'indemnité est de $0{,}85 \times 240000 - 10000 = 194\,000$ $; la position du propriétaire assuré est de 1 554 697 $, sa perte nette de 159 303 $, dont 46 000 $ de coûts non couverts, 27 603 $ de loyers perdus et 85 700 $ de stigmate : 45,1 % de la perte de valeur n'est pas indemnisée, et le stigmate en est la plus grosse part (tableau 43.4).

Tableau 43.4. Valeur après sinistre et position du propriétaire assuré pour l'immeuble P41 (cas 4, hypothèses fictives)

Poste	Immeuble ($)	Propriétaire assuré ($)
Valeur avant le sinistre	1 714 000	1 714 000
Coût de remise en état	−240 000	−240 000
Perte d'usage actualisée (4 logements, 5 mois)	−27 603	−27 603
Stigmate résiduel (5 %)	−85 700	−85 700
Indemnité d'assurance ($0{,}85 \times C_r$ − franchise)	—	194 000
Valeur après sinistre / position nette	1 360 697	1 554 697
Perte ($) et part de la perte de valeur non indemnisée	−353 303	−159 303

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch43_risques.py (fonction `exemple_sinistre`) ; immeuble P41 de `cas4_portefeuille.csv`

43.5.3 Déclarations, vices cachés et vérification

L'historique des sinistres est une information que le droit oblige à partager et que l'évaluateur doit rechercher. Le formulaire *Déclarations du vendeur sur l'immeuble* de l'Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec, obligatoire depuis juillet 2012 lorsqu'une personne physique vend un immeuble résidentiel de moins de cinq logements par l'entremise d'un courtier, interroge le vendeur sur les infiltrations, les inondations, les

sinistres et les réclamations d'assurance (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a) ; le courtier doit « découvrir [...] les facteurs pouvant affecter défavorablement » l'immeuble et en informer les parties (Québec 2010, art. 84–85). Le vendeur garantit l'acheteur contre les vices cachés « qui le rendent impropre à l'usage auquel on le destine ou qui diminuent tellement son utilité que l'acheteur ne l'aurait pas acheté, ou n'aurait pas donné si haut prix » (Québec 1991, art. 1726), avec dommages-intérêts s'il « connaissait le vice caché ou ne pouvait l'ignorer » (Québec 1991, art. 1728) ; un sinistre passé mal réparé, une contamination connue et tue, un remblai de pyrite dissimulé relèvent de ce régime, et le chapitre 6 en traite. Pour l'évaluateur, ces règles ont une conséquence directe : les déclarations du vendeur, les factures de remise en état, les rapports d'expertise et les réclamations d'assurance font partie des documents à demander, et leur absence, pour un immeuble exposé, est elle-même une information que le rapport doit consigner ; la vérification des ventes comparables (chapitre 16) s'étend, en zone exposée, à l'historique des sinistres de chaque comparable, parce qu'un comparable sinistré et non réparé n'informe pas sur un sujet intact.

43.6 Mesurer l'effet d'un risque

43.6.1 Ventes appariées

La méthode la plus intuitive consiste à apparier chaque vente d'un bien exposé à la vente d'un bien non exposé aussi semblable que possible, vendu à une date proche, et à ajuster le témoin des différences résiduelles par les méthodes du chapitre 17 :

$$\Delta_j = P_j^{E} - P_j^{\mathrm{aj}}, \qquad P_j^{\mathrm{aj}} = \left(P_j^{N} + A_j^{\mathrm{temps}}\right) \prod_{k} \left(1 + a_{jk}\right), \qquad \hat{\delta} = \frac{1}{n} \sum_{j} \frac{\Delta_j}{P_j^{\mathrm{aj}}}, \tag{43.10}$$

où P_j^{E} est le prix du bien exposé, P_j^{N} celui de son témoin, A_j^{temps} l'ajustement de conditions du marché et a_{jk} les ajustements physiques en proportion (équation (17.4)). La fonction `ventes_appariees` du module `traite.comparables` calcule la différence moyenne, la médiane et l'écart-type. La méthode a deux faiblesses propres aux risques environnementaux. La première est l'**aménité confondue** : les biens exposés aux inondations sont riverains, et la proximité de l'eau est une aménité (vue, accès) que le marché paie ; une paire exposé-témoin compare donc un bien qui cumule risque et aménité à un bien qui n'a ni l'un ni l'autre, et la différence mesure le risque *net* de l'aménité, non le risque. Bin et al. (2008) ont montré que l'omission des aménités côtières biaise la décote vers zéro ; la seule parade est de disposer de témoins qui ont l'aménité sans le risque, ou de contrôler l'aménité explicitement, ce que le modèle hédonique permet. La seconde faiblesse est l'**hétérogénéité** : la décote d'une classe très élevée n'est pas celle d'une classe faible, et la moyenne des paires dépend de la composition de l'échantillon ; il faut au moins la calculer par classe.

43.6.2 Modèle hédonique à indicatrice et à interactions

Le modèle hédonique semi-logarithmique du chapitre 18 (équation (18.3)) accueille le risque comme une indicatrice, ou comme un jeu d'indicatrices par classe, et l'aménité comme une variable distincte :

$$\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \tau\, t_i + \theta\, Z_i + \sum_{c} \delta_c\, \mathbb{1}[\text{classe}_i = c] + \varepsilon_i, \tag{43.11}$$

où Z_i vaut un pour un bien riverain (vue sur l'eau) qu'il soit exposé ou non, et δ_c est la décote de la classe c par rapport aux biens hors zone. L'effet en pourcentage est $100\,[\exp(\hat{\delta}_c)-1]$ (Halvorsen et Palmquist 1980), avec la correction de Kennedy si l'erreur-type est grande (équation (17.12)). L'identification de θ exige qu'il existe des biens riverains non exposés (par exemple au bord d'un plan d'eau dont le niveau est régularisé, ou en hauteur) : sans eux, Z_i et l'exposition sont colinéaires et aucune régression ne peut séparer le risque de l'aménité. Pour mesurer un stigmate consécutif à un événement survenu à la date t_0, on ajoute l'interaction de chaque classe avec l'indicatrice de période :

$$\ln P_i = \cdots + \sum_{c} \delta_c \,\mathbb{1}[\text{classe}_i = c] + \sum_{c} \lambda_c \,\mathbb{1}[\text{classe}_i = c]\,\mathbb{1}[t_i \geq t_0] + \pi\,\mathbb{1}[t_i \geq t_0] + \varepsilon_i, \tag{43.12}$$

où δ_c est la décote de la classe avant l'événement, λ_c le stigmate additionnel après, et π l'effet de la période sur tous les biens. Avec une seule classe, l'équation (43.12) est la régression de doubles différences du chapitre 8 (équation (8.12)) ; avec plusieurs classes, elle permet de vérifier que le stigmate croît avec l'exposition, ce qui est un test de vraisemblance que la méthode des paires ne fournit pas.

43.6.3 Doubles différences autour d'un événement

Lorsqu'un événement (inondation, publication d'une carte, découverte d'une contamination, mise en service d'un ouvrage de protection) survient à une date connue et touche un groupe identifiable, la comparaison de l'évolution des prix ou des revenus du groupe exposé et d'un groupe témoin avant et après l'événement isole l'effet de l'événement sous l'hypothèse de tendances parallèles. L'estimateur à deux périodes est

$$\hat{\delta}_{2\times 2} = \left(\bar{y}_{E,\text{après}} - \bar{y}_{E,\text{avant}}\right) - \left(\bar{y}_{N,\text{après}} - \bar{y}_{N,\text{avant}}\right), \tag{43.13}$$

où y est le logarithme du prix ou du revenu net ; sa version par régression avec effets fixes d'unité et de période, et son extension en étude d'événement qui estime un coefficient par période relative à l'événement, sont présentées au chapitre 36, dont le module `traite.panel` fournit les fonctions (`did_2x2`, `twfe`, `event_study`). Trois points méritent d'être soulignés ici parce qu'ils sont propres aux risques environnementaux. D'abord, les doubles différences mesurent le *stigmate* de l'événement, c'est-à-dire la variation de la décote, non la décote elle-même : un marché qui tarifait déjà parfaitement le risque avant l'événement ne montrerait aucun effet, ce qui ne signifierait pas que le risque est sans valeur. Ensuite, les unités exposées sont souvent très peu nombreuses, trois immeubles sur quarante-huit dans le cas 4, et l'inférence asymptotique en grappes est alors peu fiable ; l'**inférence de randomisation** (Angrist et Pischke 2009), qui réaffecte le traitement à toutes les combinaisons possibles d'unités et compare l'estimateur observé à la distribution des estimateurs placebo, fournit une valeur p exacte :

$$p = \frac{1}{\binom{N}{n}} \sum_{g \in \mathcal{G}} \mathbb{1}\left[\left|\hat{\delta}_g\right| \geq \left|\hat{\delta}_{\text{obs}}\right|\right], \tag{43.14}$$

où $\mathcal{G}$ est l'ensemble des $\binom{N}{n}$ affectations de n unités traitées parmi N. Enfin, les unités exposées d'un portefeuille sont dispersées dans des marchés aux tendances différentes ; les effets fixes de période doivent alors être propres à chaque marché (région × trimestre), faute de quoi la double différence attribue à l'événement l'écart des tendances régionales. Dubé et al. (2014) ont adapté ces estimateurs aux microdonnées immobilières en tenant compte de

la dépendance spatiale, et Callaway et Sant'Anna (2021) et Goodman-Bacon (2021) ont montré les pièges des effets fixes bidirectionnels lorsque les unités sont traitées à des dates différentes, ce qui est le cas de cartes publiées progressivement ; le chapitre 36 les développe.

43.7 Exemple intégral : Rivière-Fictive et le portefeuille du cas 4

43.7.1 Une municipalité riveraine fictive

La municipalité de Rivière-Fictive est une grille de 625 lots de 40 mètres de côté ; une rivière longe son bord sud, un lac dont le niveau est régularisé longe son bord est (figure 43.3). Les 175 lots des sept premières rangées depuis la rivière sont en zone inondable : 25 en classe très élevée (première rangée), 50 en classe élevée, 50 en classe modérée et 50 en classe faible ; les 450 autres sont hors zone. Les lots à moins de 120 mètres de la rivière et les lots des trois colonnes riveraines du lac bénéficient d'une aménité « vue sur l'eau » identique ; 141 lots sont dans ce cas, dont 54 hors zone inondable (les colonnes du lac), ce qui permet d'identifier l'aménité séparément du risque. Les 1 014 ventes de 2016 à 2026 suivent une loi déclarée : logarithme du prix égal au logarithme d'un prix de base de 390 000 $, plus des élasticités de 0,55 à la superficie habitable et de 0,10 au terrain, moins 0,005 par année d'âge, plus 0,06 par échelon de qualité, 0,035 pour un garage, 0,04 pour la vue sur l'eau, une tendance de 3,5 % par année et un bruit d'écart-type 0,07 ; la décote de zone inondable avant l'inondation est de −0,10 (très élevée), −0,07 (élevée), −0,04 (modérée) et −0,015 (faible) en logarithme ; une inondation survient le 1er mai 2019 et multiplie chaque décote par 1,5 pour les ventes postérieures, ce qui est le stigmate. Ces valeurs sont des hypothèses pédagogiques situées dans les fourchettes du tableau 43.1 ; elles ne décrivent aucun marché québécois. Sur les 302 ventes de lots exposés, la décote déclarée moyenne est de −0,0499 avant l'inondation et de −0,0763 après ; le stigmate moyen est donc de −0,0263 en logarithme. La figure 43.3 montre, à droite, l'écart de prix net des attributs par classe, avant et après : l'ordre des classes et l'aggravation après 2019 y sont visibles à l'œil, mais les intervalles de confiance des classes faible et modérée se chevauchent, ce qui annonce la difficulté de la mesure.

43.7.2 Quatre méthodes, sept estimations

Le tableau 43.5 et la figure 43.4 comparent les estimations. Les 206 ventes exposées postérieures à l'inondation ont chacune été appariées à la vente hors zone la plus proche par la distance d'attributs (superficies, âge, qualité, garage, date à moins de douze mois), le témoin étant ajusté du temps et des écarts physiques par les coefficients hédoniques estimés sur les témoins ; la différence moyenne est de −19 113 $, soit −4,83 % du témoin ajusté (médiane −5,35 %, intervalle de confiance de −6,15 à −3,51 %), alors que la décote déclarée moyenne de ces ventes est de −7,26 %. La méthode sous-estime la décote d'un tiers, et la raison est l'aménité : les paires dont le bien exposé a la vue sur l'eau affichent une différence de −5,91 % et les autres de −3,62 %, parce que le témoin hors zone n'a pas la vue et que l'ajustement ne la corrige pas. Par classe, les paires donnent −8,47 % (très élevée), −5,97 % (élevée), −5,37 % (modérée) et −1,30 % (faible), contre −13,9, −10,0, −5,8 et −2,2 % déclarés après l'inondation : l'ordre est retrouvé, l'ampleur est sous-estimée pour les classes riveraines.

Le modèle hédonique à indicatrice unique, sans la variable de vue, donne $\hat{\delta} = -0{,}0447$ (0,0052) ; avec la variable de vue, −0,0501 (0,0059) et un coefficient de vue de seulement

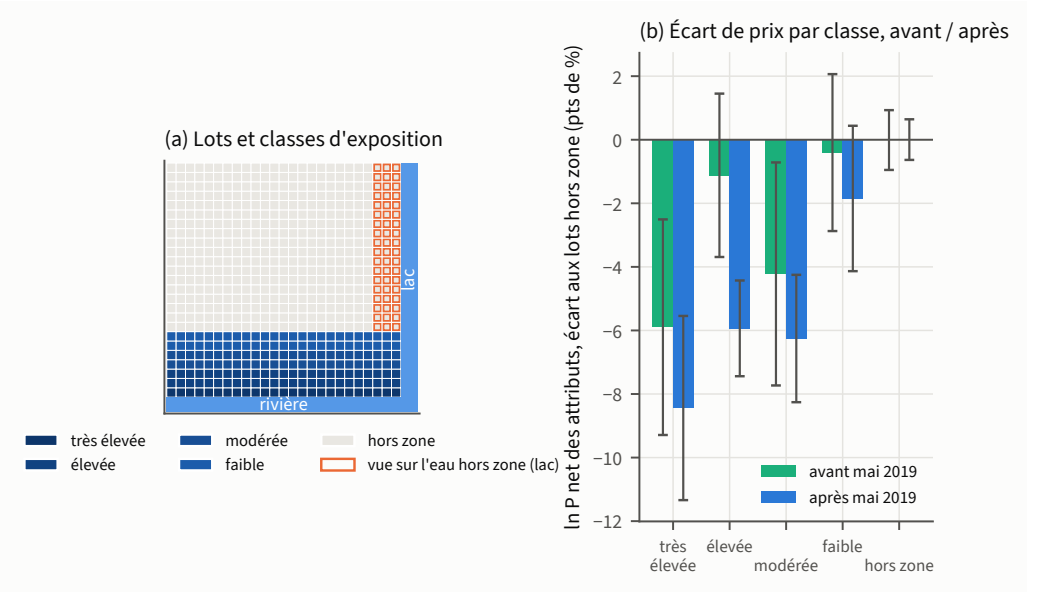


Figure 43.3. (a) Les 625 lots de Rivière-Fictive : classes d'exposition le long de la rivière, lots riverains du lac (aménité sans exposition). (b) Logarithme du prix net des attributs physiques et de la tendance, écart moyen aux lots hors zone sans vue, par classe, avant et après l'inondation de mai 2019, avec intervalles à 95 %. La décote croît avec la classe et s'aggrave après l'événement ; les classes faible et modérée se distinguent mal.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch43_carte_riverain.py, graine 20261031

0,0132 (0,0062), alors que l'aménité déclarée est de 0,04. La décote déclarée moyenne sur l'ensemble des ventes exposées est de −0,0681 : l'indicatrice unique la sous-estime aussi, même avec l'aménité au modèle. La raison est une interaction entre hétérogénéité et aménité : les classes les plus exposées sont aussi les plus riveraines, de sorte qu'une indicatrice unique, qui impose la même décote à toutes les classes, laisse à la variable de vue la tâche impossible de représenter à la fois l'aménité des lots du lac et le surcroît de décote des lots de la première rangée ; le compromis des moindres carrés abaisse l'un et l'autre. Le modèle par classe avec interactions (équation (43.12)) lève la difficulté : les décotes avant l'inondation sont estimées à −0,1035 (0,0183), −0,0564 (0,0149), −0,0426 (0,0158) et −0,0043 (0,0122) pour les quatre classes, contre −0,10, −0,07, −0,04 et −0,015 déclarés ; les stigmates sont de −0,0218 (0,0223), −0,0430 (0,0154), −0,0193 (0,0184) et −0,0095 (0,0163), contre −0,05, −0,035, −0,02 et −0,0075 ; l'aménité est de 0,0417 (0,0074), contre 0,04. Toutes les valeurs déclarées sont dans les intervalles de confiance à 95 %, à une exception près, la classe faible avant l'inondation, dont la décote déclarée de 1,5 % est trop petite pour être distinguée de zéro avec 50 lots. Le coefficient de détermination passe de 0,874 à 0,882.

La régression de doubles différences à indicatrice unique (exposé, après, exposé × après, vue, attributs, tendance) estime le stigmate à −0,0269 (0,0107), contre −0,0263 déclaré : la double différence est la seule des méthodes à indicatrice unique qui retrouve sa cible, parce que le stigmate est, par construction, une variation que l'aménité (constante dans le temps) ne contamine pas. La décote avant l'inondation du même modèle, −0,0316 (0,0092), souffre en revanche du même biais que l'indicatrice unique. L'estimateur 2 × 2 sur les moyennes de ln P, sans aucun contrôle, donne −0,0237 : proche de la vérité ici parce que la composition des

Tableau 43.5. Décote des ventes exposées de Rivière-Fictive selon la méthode (logarithme du prix ; erreurs-types robustes ; vérité du générateur pour la cible de chaque estimation)

Méthode	Estim.	E.-t.	Vérité	Cible
Paires, après 2019, sans l'aménité ($n = 206$)	−0,049 5	0,009 2	−0,076 3	décote après
Hédonique, exposé, sans « vue »	−0,044 7	0,005 2	−0,068 1	décote moyenne
Hédonique, exposé, avec « vue »	−0,050 1	0,005 9	−0,068 1	décote moyenne
DiD régression : exposé (avant)	−0,031 6	0,009 2	−0,049 9	décote avant
DiD régression : exposé × après	−0,026 9	0,010 7	−0,026 3	stigmate
DiD régression : somme	−0,058 5	—	−0,076 3	décote après
DiD 2×2, moyennes de $\ln P$	−0,023 7	—	−0,026 3	stigmate

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch43_risques.py (fonction `effets_par_methode`) ; 1 014 ventes, dont 302 exposées et 695 postérieures au 1er mai 2019

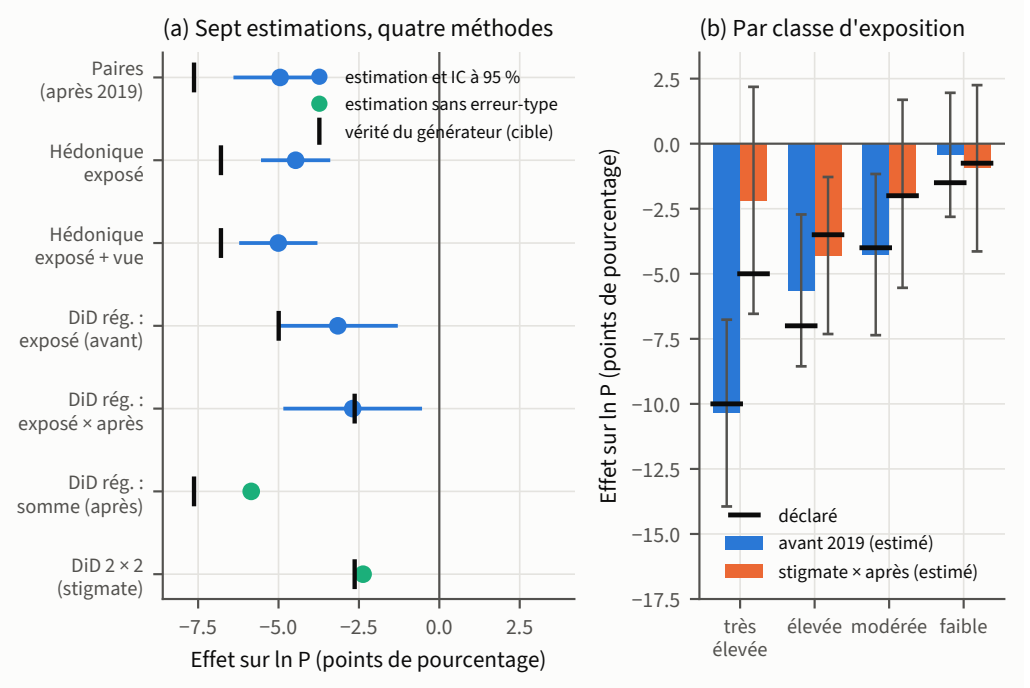


Figure 43.4. (a) Les sept estimations du tableau 43.5 avec leurs intervalles à 95 % et, en trait vertical noir, la vérité du générateur pour la cible de chacune : les méthodes qui ne contrôlent pas l'aménité ou qui imposent une décote unique sous-estiment la décote ; la double différence retrouve le stigmate. (b) Décotes par classe avant l'inondation et stigmates (classe × après) du modèle à interactions, estimés et déclarés.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch43_effets_methodes.py, graine 20261031

ventes est stable dans le temps, mais sans erreur-type et sans garantie. La leçon d'ensemble est que la décote d'un risque environnemental n'est bien mesurée qu'avec trois ingrédients : des témoins qui partagent l'aménité sans le risque, une spécification qui laisse la décote varier avec l'intensité de l'exposition, et un événement, lorsqu'il en existe un, pour séparer ce que le marché tarifait déjà de ce qu'il a appris.

43.7.3 Une inondation dans le portefeuille du cas 4

Le second volet de l'exemple porte sur les revenus plutôt que sur les prix. Les séries trimestrielles de revenu net du cas 4 (42 trimestres, de 2016 à 2026) sont celles du générateur, sans aucun choc d'inondation ; le script du chapitre y injecte, pour les trois immeubles en zone inondable, un choc déclaré au deuxième trimestre de 2019 : −0,25 en logarithme au trimestre de l'inondation (logements inhabitables), −0,12 et −0,06 aux deux trimestres suivants (remise en état), puis une perte permanente de −0,05 à partir de 2020 (loyers plus bas, inoccupation, assurance), soit −4,88 % du revenu net. La figure 43.5 montre les trajectoires et l'étude d'événement ; le tableau 43.6 rassemble les estimateurs.

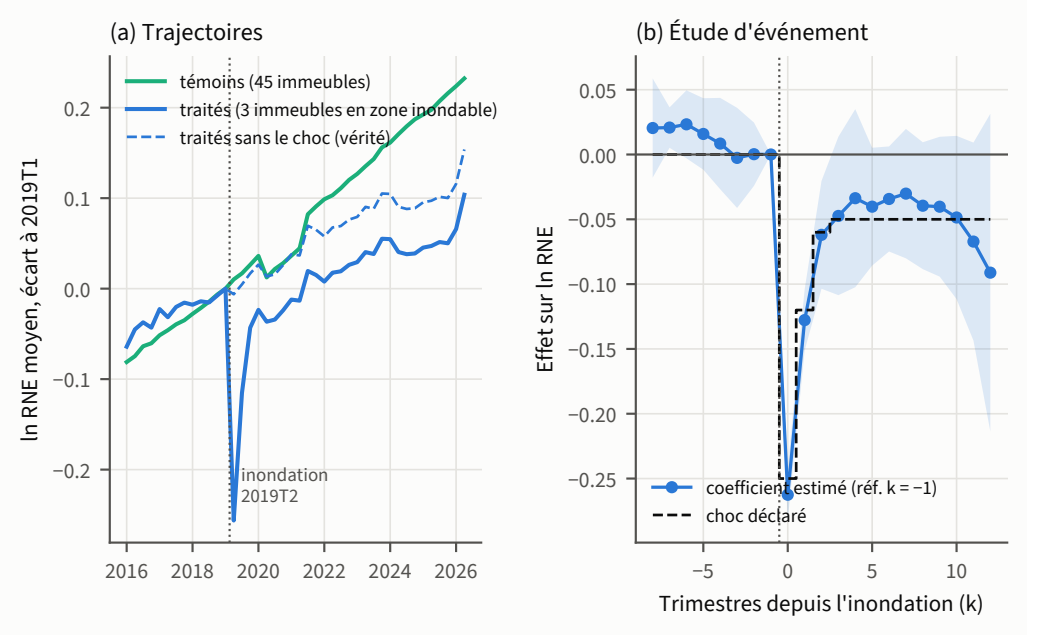


Figure 43.5. (a) Logarithme du revenu net moyen des trois immeubles traités et des 45 témoins du cas 4, centré sur 2019T1 ; en tireté, la trajectoire des traités sans le choc (vérité du générateur). (b) Étude d'événement avec effets fixes d'immeuble et de région × trimestre, intervalles à 95 % en grappes par immeuble ; en tireté, le choc déclaré. La chute transitoire est retrouvée avec précision ; l'effet permanent est estimé entre −0,03 et −0,09 selon le trimestre, autour d'une vérité de −0,05.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch43_did_cas4.py ; séries traite.cas4 avec choc injecté par analysis/python/cases/ch43_risques.py

L'estimateur 2 × 2 naïf donne −0,1129, plus du double de la vérité, parce que les trois immeubles traités sont à Québec, Montréal et Saguenay, dont les revenus croissent respectivement de 3,0, 3,5 et 2,0 % par année dans le générateur, alors que huit des 45 témoins sont à Gatineau, la région à plus forte croissance, et seize à Montréal ; la double différence

Tableau 43.6. Doubles différences sur le logarithme du revenu net trimestriel du cas 4, choc d'inondation injecté en 2019T2 sur trois immeubles

Estimateur	Estimation	Erreur-type	Vérité
Moyennes de cellule, $\ln RNE$ *(avant : 2017T1–2019T1 ; après : 2020T1–2026T2)*			
Témoins, avant / après	10,006 3	—	—
	10,160 7	—	—
Traités, avant / après	10,099 5	—	—
	10,140 9	—	—
DiD 2×2 naïf (tous témoins)	−0,112 9	0,025 2	−0,050 0
DiD par strate : témoins de la même RMR	−0,079 4	—	−0,050 0
EF immeuble + RMR × trimestre : transitoire (2019T2–T4)	−0,165 3	0,026 3	−0,143 3
EF immeuble + RMR × trimestre : permanent (dès 2020T1)	−0,088 8	0,046 6	−0,050 0
Randomisation exacte (17 296 affectations) : p, naïf	0,005 2	—	—
Randomisation exacte : p, par strate	0,024 0	—	—

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch43_risques.py (fonction `did_cas4`) ; erreurs-types HC1 pour le DiD agrégé par immeuble, en grappes par immeuble pour les effets fixes

attribue au choc l'écart des tendances régionales. Centrer chaque immeuble traité sur les témoins de sa propre région ramène l'estimateur à −0,0794 ; les effets fixes de région × trimestre, qui font la même chose pour chaque trimestre, donnent un effet permanent de −0,0888 avec une erreur-type en grappes de 0,0466 : l'intervalle à 95 % (−0,180 à +0,003) contient la vérité mais aussi zéro. L'effet transitoire, lui, est bien estimé (−0,1653 pour une moyenne déclarée de −0,1433), parce qu'il est grand par rapport au bruit. Le panneau (b) de la figure 43.5 montre pourquoi l'effet permanent est imprécis : les coefficients des trimestres antérieurs à l'événement ne sont pas tous nuls (celui de $k = -7$ vaut +0,0208 avec une erreur-type de 0,0080), signe que les trois immeubles traités suivaient, par le seul hasard de leurs marches aléatoires, une tendance légèrement différente de leurs témoins ; et les coefficients postérieurs dérivent de −0,03 à −0,09 à mesure que l'on s'éloigne de l'événement, le dernier regroupant tous les trimestres au-delà de douze. Avec trois unités traitées, aucune méthode ne peut moyenner ce hasard, et l'erreur-type en grappes, calculée sur 48 grappes dont 3 seulement portent l'information, n'est pas fiable.

L'inférence de randomisation donne la réponse honnête. Il existe $\binom{48}{3} = 17296$ façons de désigner trois immeubles traités parmi quarante-huit ; en calculant l'estimateur pour chacune, on obtient la distribution des effets que le hasard seul produit (figure 43.6). L'estimateur naïf observé, −0,1129, est plus extrême en valeur absolue que 99,5 % des placebos ($p = 0{,}0052$) ; l'estimateur par strate, −0,0794, l'est plus que 97,6 % d'entre eux ($p = 0{,}0240$). Le choc est détecté, mais son ampleur permanente ne peut être estimée à mieux qu'un facteur deux près. C'est une conclusion méthodologique importante pour l'évaluation : un événement qui touche une poignée d'immeubles d'un portefeuille permet de démontrer qu'il a eu un effet, rarement de le chiffrer avec la précision qu'exige une conclusion de valeur ; pour cette dernière, l'évaluateur se tourne vers des marchés plus larges, comme celui de Rivière-Fictive, ou vers la littérature.

Reste à réunir les deux canaux par l'équation (43.4). Pour un immeuble en zone inondable

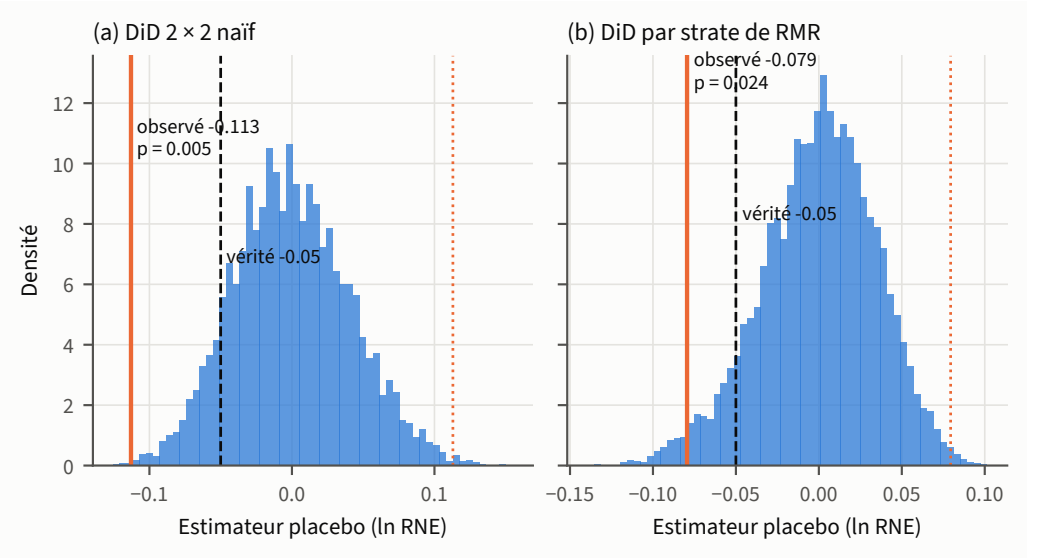


Figure 43.6. Inférence de randomisation exacte pour le DiD du cas 4 : distribution des 17 296 estimateurs placebo obtenus en affectant le traitement à chaque combinaison de trois immeubles parmi 48, estimateur observé (trait plein, et son opposé en pointillé) et vérité (tireté). (a) Estimateur 2×2 naïf : $p = 0{,}005$; (b) estimateur par strate de RMR : $p = 0{,}024$.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch43_placebos.py

du cas 4, l'effet permanent estimé sur le revenu net est de $-0{,}0888$ et la prime de taux de la section 43.2.3 de $+0{,}0756$: l'effet total estimé sur la valeur est de $-0{,}0888 - 0{,}0756 = -0{,}1644$ en logarithme, soit $-15{,}16$ % ; la vérité du générateur est de $-0{,}05 - \ln 1{,}05 = -0{,}0988$, soit $-9{,}41$ %. L'écart entre les deux vient entièrement de l'imprécision que les petits nombres imposent aux deux estimations, et il illustre la règle de prudence de ce chapitre : une décote estimée sur trois immeubles est une indication, non une mesure, et le rapport doit le dire.

43.8 Analyse de sensibilité

Les modèles de valeur de ce chapitre dépendent de paramètres que l'évaluateur fixe par jugement ou par mesure : le stigmate, le délai, le taux, le coût. Le tableau 43.7 fait varier le stigmate et le délai dans l'exemple 43.1, toutes autres hypothèses égales. Un délai de six mois au lieu de quinze, sans stigmate, porte la valeur contaminée à 1 780 814 $; un stigmate de 15 % et un délai de vingt-quatre mois la ramènent à 1 331 391 $: entre les deux, une plage de 449 423 $, soit 21 % de la valeur propre, pour des paramètres qui restent tous vraisemblables. Le coût de réhabilitation est tout aussi sensible : un dépassement de 50 % du devis (hors la provision de 25 % déjà comptée) abaisse la valeur à 1 471 735 $, un doublement à 1 347 653 $. Pour le sinistre de l'exemple 43.2, la valeur après sinistre varie de 1 446 397 $ sans stigmate à 1 189 297 $ avec un stigmate de 15 %, soit de 17 140 $ par point de stigmate : le stigmate est le paramètre dont la mesure importe le plus, et c'est précisément celui que la méthode du coût ne fournit pas. La recommandation est double : présenter la conclusion sous forme de fourchette dont les bornes correspondent à des scénarios de stigmate et de délai explicites, et documenter l'origine de chaque paramètre (devis, échéancier de l'entrepreneur, paires de

ventes, littérature), afin que le lecteur du rapport puisse substituer les siens.

Tableau 43.7. Sensibilité de la valeur du terrain contaminé de l'exemple 43.1 au stigmate et au délai de réhabilitation ($; valeur propre 2 100 000 $, coût 206 500 $ plus 25 %, taux 6,5 %)

Stigmate s	Délai 6 mois	Délai 15 mois	Délai 24 mois
0 %	1 780 814	1 692 867	1 609 114
5 %	1 679 068	1 595 816	1 516 539
10 %	1 577 323	1 498 764	1 423 965
15 %	1 475 578	1 401 713	1 331 391

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch43_risques.py (fonction `exemple_contamination`, dictionnaire `sensibilite`)

Erreurs fréquentes

- Appliquer une décote « typique » de zone inondable ou de contamination tirée de la pratique ou d'une étude étrangère sans la mesurer sur le marché du sujet : les fourchettes publiées dépendent du régime d'assurance, des règles de reconstruction et de la mémoire récente du marché, et le cadre québécois de 2026 ne ressemble à aucun de ceux qui ont été étudiés.
- Évaluer un terrain contaminé par « valeur propre moins coût de réhabilitation », en oubliant le délai, la provision pour dépassement et le stigmate ; l'exemple de la section 43.3 montre que ces trois termes pèsent autant que le coût lui-même.
- Mesurer la décote d'une zone inondable par des paires exposé-témoin sans contrôler l'aménité riveraine : la décote est alors sous-estimée, parce que le témoin n'a pas la vue que le bien exposé a (tableau 43.5).
- Imposer une décote unique à toutes les classes d'exposition : la décote varie du simple au décuple entre la classe faible et la classe très élevée, et une indicatrice unique, en interaction avec l'aménité, biaise les deux coefficients.
- Lire une prime de taux de 5 % comme une décote de valeur de 5 % : par l'équation (43.3), la décote est de 4,76 %, et elle s'ajoute, en logarithme, à l'effet sur le revenu.
- Conclure à un effet précis à partir d'un événement qui n'a touché que quelques immeubles ; l'inférence de randomisation de la section 43.7 montre qu'on peut démontrer l'existence d'un effet sans pouvoir le chiffrer.
- Confondre la valeur de l'immeuble sinistré et la position du propriétaire assuré, ou croire que l'indemnité d'assurance couvre le stigmate.
- Utiliser des comparables vendus avant un événement ou avant la publication d'une carte pour évaluer après : le marché a appris entre-temps.
- Omettre de vérifier le registre foncier (avis de contamination, art. 31.58 LQE), la liste municipale des terrains contaminés (art. 31.68) et la carte interactive des zones inondables pour le sujet *et* pour chaque comparable.

Limites et mises en garde

Ce chapitre décrit le cadre des zones inondables à partir des pages gouvernementales et de la version administrative du Règlement sur l'encadrement d'activités sous la responsabilité des municipalités du 29 juillet 2026 ; les règles détaillées par classe d'exposition (seuils de dommages, immunisation, conditions de reconstruction hors du littoral) n'ont pas été extraites, la correspondance entre les nouvelles classes et les anciennes zones de grand et de faible courant n'est pas énoncée par les sources consultées, et les numéros RLRQ des deux règlements nouveaux n'ont pas été confirmés. Le marché canadien de l'assurance contre les inondations (couvertures offertes, zones exclues, programmes publics d'aide aux sinistrés) n'a pas été vérifié sur une source primaire et n'est pas décrit ; seules la prime moyenne et le coût moyen d'un sinistre publiés par le Bureau d'assurance du Canada sont cités. La description des phases I, II et III de caractérisation relève de la pratique courante ; le Guide d'intervention du ministère, source des lettres A, B et C, n'a pas été dépouillé. Les décotes de la littérature (tableau 43.1) proviennent de marchés américains et sont rapportées telles quelles ; la décote « de l'ordre de 6 % » de Bin et Polasky (2004) provient du dépouillement bibliographique du dépôt, le résumé de l'article ne comportant pas de chiffre. Aucune étude arbitrée sur les zones inondables et les valeurs au Québec n'a été retrouvée. Tous les résultats numériques (Rivière-Fictive, portefeuille du cas 4, exemples de contamination et de sinistre) reposent sur des données synthétiques et des hypothèses déclarées : les décotes de 1,5 à 10 %, le stigmate de 50 %, la prime de taux de 5 %, le coût de réhabilitation et le stigmate de 5 % sont des choix pédagogiques, non des mesures ; ils ne doivent en aucun cas servir de référence dans un rapport. Enfin, les modèles de valeur des sections 43.3 et 43.5 sont des modèles d'évaluation, non des règles de droit ni des normes professionnelles ; les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre exigent que les hypothèses extraordinaires qu'ils supposent (absence de contamination non détectée, coût de réhabilitation conforme au devis) soient divulguées avec leur incidence (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024).

À retenir

- Un risque environnemental agit sur la valeur par le coût de correction, la restriction juridique, les coûts récurrents (assurance, entretien, inoccupation) et le stigmate ; la décomposition $V_{\text{exp}} = V_{\text{sain}} - C - L - S$ sépare ce qui se mesure par devis de ce qui ne se mesure que par le marché.
- Le cadre québécois des zones inondables en vigueur depuis le 1er mars 2026 classe l'exposition en quatre classes (probabilité sur 25 ans × profondeur) ; toute nouvelle résidence est interdite dans les classes très élevée, élevée et modérée, et la reconstruction d'une résidence existante n'est permise que sous conditions. La Loi sur la qualité de l'environnement subordonne le changement d'usage d'un terrain contaminé à un plan de réhabilitation approuvé et impose l'inscription d'un avis de contamination au registre foncier.
- Dans un taux de capitalisation, une prime de risque γ en logarithme équivaut à une décote de valeur $1 - e^{-\gamma}$ à revenu donné ; l'effet total sur la valeur est $\Delta \ln RNE - \Delta \ln R$.

Dans le cas 4, la prime estimée de la zone inondable est de +7,9 % du taux (loi déclarée : +5 %), sur trois immeubles seulement.

- La valeur d'un terrain contaminé est la valeur actualisée du terrain propre stigmatisé moins le coût de réhabilitation provisionné et actualisé moins les pertes d'usage ; le délai et le stigmate pèsent autant que le coût. La valeur d'un immeuble sinistré est la valeur antérieure moins la remise en état, la perte d'usage et le stigmate ; l'assurance améliore la position du propriétaire, jamais le stigmate.
- La mesure exige des témoins qui partagent l'aménité sans le risque, une spécification par classe d'exposition et, lorsqu'un événement existe, des doubles différences qui isolent le stigmate ; avec peu d'unités traitées, l'inférence de randomisation remplace l'inférence asymptotique et conduit souvent à démontrer un effet sans pouvoir le chiffrer.
- Les fourchettes de la littérature (environ 6 à 8 % pour les zones inondables américaines en temps ordinaire, davantage après une catastrophe, 17 à 22 % pour les biens endommagés) bornent le vraisemblable ; elles ne remplacent ni la mesure sur le marché du sujet ni la lecture des règles en vigueur à la date d'évaluation.

Exercices

Exercice 43.1 — Lire un coefficient de zone inondable ★

Un modèle hédonique semi-logarithmique estimé sur 1 200 ventes donne, pour l'indicatrice de zone inondable, un coefficient de −0,083 avec une erreur-type de 0,021. Calculez l'effet en pourcentage par la formule de Halvorsen et Palmquist, puis avec la correction de Kennedy ; donnez l'intervalle de confiance à 95 % de l'effet en pourcentage. Expliquez en quelques phrases pourquoi ce coefficient ne mesure pas le stigmate d'une inondation passée, et ce qu'il faudrait ajouter au modèle pour le mesurer.

Exercice 43.2 — Prime de taux et décote de valeur ★

Un immeuble de douze logements a un revenu net de 120 000 $. Le taux de capitalisation extrait des ventes comparables hors zone est de 5,25 % ; une régression du logarithme des taux donne une prime de zone inondable de +7,86 % du taux. Calculez la valeur hors zone, la valeur en zone inondable et la décote en pourcentage ; vérifiez qu'elle est égale à $1 - 1/1{,}0786$. Si le risque réduisait en outre le revenu net de 3 %, quel serait l'effet total sur la valeur en logarithme et en pourcentage ?

Exercice 43.3 — Terrain contaminé ★★

Un terrain qui vaudrait propre 850 000 $ est contaminé par d'anciens réservoirs ; le coût total de caractérisation et de réhabilitation est estimé à 95 000 $ avec une provision de 20 %, le délai à douze mois, le taux d'actualisation exigé à 7 % et le stigmate résiduel à

8 %. Calculez par l'équation (43.5) la valeur actualisée du terrain propre stigmatisé, la valeur actualisée du coût et la valeur contaminée ; décomposez l'écart avec la valeur propre en coût, délai et stigmate. Comparez à la règle « valeur propre moins coût » et commentez.

Exercice 43.4 — Valeur après sinistre et assurance ★★

Un triplex valant 980 000 $ subit un refoulement d'égout : remise en état 140 000 $, un logement de 3 600 $ par mois inhabitable pendant quatre mois, taux d'actualisation 6 %, stigmate résiduel 4 %. La police couvre 80 % de la remise en état après une franchise de 5 000 $, sans couverture des loyers. Calculez par les équations (43.8) et (43.9) la valeur de l'immeuble sinistré, la position du propriétaire assuré et sa perte nette, et répartissez cette perte entre coûts non couverts, loyers perdus et stigmate. Que devient la valeur du triplex si, un an plus tard, les travaux sont terminés et documentés et que des paires de ventes montrent un stigmate résiduel de 1,5 % ?

Exercice 43.5 — Doubles différences à la main ★★

Dans une municipalité riveraine, le logarithme moyen des prix des maisons est de 12,90 pour les maisons hors zone avant une inondation et de 12,98 après, de 12,84 pour les maisons en zone inondable avant et de 12,86 après. Calculez l'estimateur de doubles différences et l'effet en pourcentage ; dites ce qu'il mesure (décote ou stigmate) et énoncez les deux hypothèses qu'il suppose. Si les maisons exposées vendues après l'inondation sont en moyenne plus petites que celles vendues avant, dans quel sens l'estimateur est-il biaisé, et comment la régression de l'équation (43.12) y remédie-t-elle ?

Exercice 43.6 — Inférence de randomisation ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch43_risques.py`, (a) vérifiez que le nombre d'affectations de trois immeubles traités parmi 48 est de 17 296 et que la valeur p de l'équation (43.14) coïncide avec la part des placebos au moins aussi extrêmes que l'estimateur observé ; (b) remplacez le choc permanent de $-0{,}05$ par $-0{,}02$ puis par $-0{,}10$ et recalculez les deux valeurs p ; (c) répétez l'analyse en déplaçant l'événement à 2017T2 (placebo temporel) sans injecter de choc. Rédigez une note de 200 mots sur ce que ces résultats enseignent quant à la possibilité de chiffrer l'effet d'un événement rare dans un portefeuille.

Exercice 43.7 — Pyrite : tester, corriger ou déprécier ★★★

Une maison de 1984 d'un secteur de Montréal où la pyrite est documentée est vendue sans certificat de remblai ; un test coûte 1 200 $, une excavation 25 000 $ et la perte

d'usage pendant les travaux 2 000 $. (a) Par la règle du chapitre 11 (équation (11.2)), au-dessus de quelle probabilité le test est-il justifié ? (b) Si le test confirme un remblai gonflant, calculez la dépréciation curable par l'équation (43.6) et comparez-la à la dépréciation incurable qu'impliquerait une perte de loyer net de 1 800 $ par année capitalisée à 5,5 % (équation (43.7)) ; laquelle retenir, et pourquoi ? (c) Discutez, en 150 mots, le stigmate résiduel d'une maison dont la pyrite a été excavée et documentée, à la lumière de Jackson (2001) et de la section 43.4.

Pour aller plus loin

Le cadre réglementaire québécois se lit d'abord dans ses textes : la page gouvernementale du cadre de gestion des milieux hydriques (Gouvernement du Québec 2026c), celles des cartographies en vigueur (Gouvernement du Québec 2026d) et des travaux permis (Gouvernement du Québec 2026l), la version administrative du Règlement sur l'encadrement d'activités sous la responsabilité des municipalités (Québec 2026d), et, pour les sols, la section IV du chapitre IV de la Loi sur la qualité de l'environnement (Québec 1972) avec le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (Québec 2003) et le Répertoire des terrains contaminés (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs 2026). Sur l'économie des zones inondables, Bin et Polasky (2004) restent la référence pour l'effet d'un événement sur la décote, Harrison et al. (2001) et Bin et al. (2008) pour la comparaison entre décote et primes d'assurance capitalisées, Ortega et Taşpinar (2018) pour la dynamique de la pénalité après Sandy, Hino et Burke (2021) pour l'incomplétude de la tarification du risque par le marché et Bernstein et al. (2019) pour l'exposition à la hausse du niveau de la mer. Sur la contamination et le stigmate, les recensions de Jackson (2001) et de Boyle et Kiel (2001) et la méta-analyse de Simons et Saginor (2006) organisent une littérature dispersée ; Kiel et McClain (1995) décrivent le cycle de vie d'une nuisance et Currie et al. (2015) l'effet des usines toxiques par une méthode d'événements. Sur les méthodes, Linden et Rockoff (2008) donnent un modèle de différences locales transposable aux risques, Dubé et al. (2014) l'adaptation des doubles différences aux microdonnées immobilières, Callaway et Sant'Anna (2021) et Goodman-Bacon (2021) les pièges des traitements échelonnés, et Angrist et Pischke (2009) l'inférence de randomisation ; le chapitre 36 les met en œuvre. Le traitement des risques environnementaux dans la pratique nord-américaine de l'évaluation est celui de Appraisal Institute (2026).

CHAPITRE 44

44

Rénovation et efficacité énergétique

Presque toutes les maisons que l'évaluateur visite ont été rénovées, et presque tous les propriétaires qui les vendent croient que leurs travaux « valent » ce qu'ils ont coûté. Le présent chapitre examine cette croyance avec les outils des parties précédentes. La méthode du coût (chapitres 21 et 24) a établi qu'un dollar dépensé n'est pas un dollar de valeur : la contribution d'un élément au prix est ce que le marché accepte de payer pour lui, et rien d'autre. Les rénovations à vocation énergétique posent la question sous une forme particulièrement nette, parce que leur bénéfice principal, une facture d'électricité réduite, est mesurable, récurrent et actualisable ; elles se prêtent donc à une analyse coût-bénéfice en bonne et due forme, puis à une confrontation entre ce que l'acheteur rationnel devrait payer et ce que les marchés étudiés paient effectivement, la « prime verte » de la littérature internationale. Le Québec offre à cet égard un cas d'école : son électricité est parmi les moins chères des pays industrialisés, ses hivers sont longs, ses programmes d'aide ont été refondus à l'automne 2026 et aucune cote énergétique n'y accompagne obligatoirement la vente d'une maison existante. Le chapitre pose d'abord le principe de contribution et une taxonomie des travaux, puis il passe en revue la prime verte et ses conditions de transposition, dresse l'état des programmes au 31 octobre 2026, développe la mécanique de l'analyse coût-bénéfice au tarif D d'Hydro-Québec et l'applique à deux mesures sur le cottage de Hull du cas 1, avant de revenir aux rénovations ordinaires, cuisine et salles de bain, dont la contribution se mesure par paires de ventes et par le modèle hédonique.

Objectifs pédagogiques

- Distinguer, dans une rénovation, l'entretien différé, le remplacement à l'identique, l'amélioration et la surabondance, et appliquer à chacun le principe de contribution plutôt que le coût.
- Lire la littérature sur la prime verte : ce qu'elle mesure, dans quels contextes institutionnels et tarifaires, et pourquoi ses fourchettes ne se transposent pas telles quelles au Québec.
- Connaître les programmes québécois et fédéraux en vigueur au 31 octobre 2026 (Rénoclimat refondu, LogisVert, Novoclimat), ceux qui sont terminés, et la façon de traiter une subvention dans une analyse de valeur.

- Calculer une facture au tarif D d'Hydro-Québec et l'économie marginale d'un kilowattheure évité, puis construire les flux d'une rénovation énergétique : coût net, économies croissantes, durée de vie, taux d'actualisation.
- Évaluer une mesure par la VAN, le TRI, le délai de récupération actualisé, l'annuité équivalente et le coût de l'énergie économisée, et en mesurer la sensibilité au taux, au prix de l'énergie et à la durée.
- Confronter quatre lectures de la contribution d'une rénovation à la valeur : coût, coût net de subvention, valeur actuelle des économies et prix implicite observé sur le marché, par paires de ventes ou par régression.

44.1 Rénover : coût, contribution et valeur

44.1.1 Le principe de contribution appliqué aux travaux

Le **principe de contribution** énonce que la valeur d'une composante d'un immeuble est mesurée par ce qu'elle ajoute à la valeur de l'ensemble, ou par ce que son absence en retranche, et non par son coût (Appraisal Institute 2026). Le chapitre 24 en a tiré le critère de curabilité : une perte est curable lorsque le coût de la correction K n'excède pas la valeur ajoutée ΔV (équation (24.4)). Le même critère gouverne toute rénovation, qu'elle corrige une perte ou qu'elle ajoute un attribut : le propriétaire rationnel entreprend les travaux si

$$\Delta V \;\geq\; K, \qquad \text{et la contribution au prix est } \Delta V, \text{ jamais } K. \tag{44.1}$$

La distinction paraît évidente, mais elle est la source de l'erreur la plus fréquente du domaine, chez les vendeurs comme chez certains évaluateurs : additionner les factures de rénovation à une valeur antérieure. Trois raisons font que ΔV diffère systématiquement de K. La première est la *conformité* : le marché d'un secteur attend un certain niveau de finition et d'équipement, et il rémunère mal ce qui le dépasse ; une cuisine de 80 000 $ dans un quartier de maisons de 450 000 $ est une surabondance, dont la contribution est inférieure au coût parce que l'acheteur type de ce quartier ne la cherchait pas. La deuxième est la **dépréciation immédiate** : une rénovation faite au goût du propriétaire est, pour l'acheteur, une rénovation faite au goût d'un autre ; une partie du coût rémunère des choix que le marché ne partage pas. La troisième est l'*asymétrie d'information* : l'acheteur n'observe ni la qualité des travaux dissimulés, ni leur conformité au Code, ni la compétence de l'entrepreneur ; il escompte ce qu'il ne peut vérifier, et une rénovation sans permis ni factures contribue moins qu'une rénovation documentée.

Inversement, certains travaux contribuent plus qu'ils ne coûtent. Les travaux d'**entretien différé** que le chapitre 11 a inscrits à la fiche d'état du sujet, et que le chapitre 24 a mesurés à leur coût de correction, 10 479,98 $, sont dans ce cas par construction : leur omission signale à l'acheteur un bâtiment négligé et lui fait craindre des défauts cachés, de sorte que le marché retranche souvent plus que le coût de la réparation. La *carence* fonctionnelle, telle l'absence de salle d'eau au rez-de-chaussée du sujet, mesurée au chapitre 24 par l'excès de coût du rattrapage, 7 605,31 $, n'est retenue comme désuétude que si la condition (44.1) est satisfaite, c'est-à-dire si la salle d'eau ajoute au moins les 16 000 $ qu'elle coûte ; le chapitre 24 a déclaré cette hypothèse faute de variable correspondante dans le modèle hédonique du cas 1, et le présent chapitre n'a pas davantage de données pour la trancher.

44.1.2 Une taxonomie des travaux

Pour raisonner sur la contribution, il faut d'abord classer les travaux par leur effet sur le bien plutôt que par corps de métier. Le tableau 44.1 propose quatre catégories, chacune avec sa règle de mesure et son renvoi dans l'ouvrage.

Tableau 44.1. Quatre catégories de travaux, leur effet sur la valeur et la mesure appropriée

Catégorie	Nature des travaux	Contribution attendue et mesure	Renvoi
Entretien différé	Réparer ce qui est défaillant : fissure, solin, garde-corps, thermos embués	Au moins le coût de correction ; dépréciation physique curable, retirée du coût neuf	chapitres 11 et 24
Remplacement à l'identique	Remplacer une composante en fin de vie par son équivalent : toiture, chauffe-eau, entrée asphaltée	Restaure la contribution qu'avait la composante neuve ; ne dépasse pas la dépréciation imputée à la composante	équation (24.7)
Amélioration	Ajouter un attribut ou en élever la qualité : salle d'eau, thermopompe climat froid, isolation, cuisine	ΔV mesurée par paires, régression ou valeur actuelle des bénéfices ; souvent $\Delta V < K$	sections 44.4 et 44.5
Surabondance	Dépasser les attentes du marché : cuisine de luxe, piscine intérieure, domotique	$\Delta V \ll K$; désuétude fonctionnelle par surabondance si l'élément coûte à exploiter	section 24.3

Source : synthèse de l'auteur d'après Appraisal Institute (2026) et les conventions du chapitre 24.

La deuxième catégorie mérite un commentaire, parce qu'elle est la plus mal comprise. Remplacer une toiture en fin de vie par une toiture équivalente ne crée pas de valeur : cela rétablit la contribution qu'une toiture en bon état a toujours eue dans le prix des maisons comparables. Dans la méthode du coût, la toiture usée avait déjà été dépréciée (tableau 24.2) ; la toiture neuve annule cette dépréciation, et la valeur augmente au plus du montant qui avait été retranché, pas du coût des travaux. Si le propriétaire paie 12 000 $ pour remplacer une couverture dont la dépréciation imputée était de 6 000 $, la méthode du coût n'ajoute que 6 000 $, et le marché, qui a toujours supposé qu'une maison de vingt-huit ans a une toiture en milieu de vie, en ajoute souvent moins encore. Le tableau 44.2 tire de la fiche d'état du sujet les composantes qui ont consommé au moins 90 % de leur vie utile : ce sont les remplacements « à l'identique » que le propriétaire devra financer dans les prochaines années, et que l'acheteur anticipe.

Deux de ces composantes intéressent directement le présent chapitre. Le VRC de 1998 est un équipement d'efficacité énergétique dont le remplacement rétablira la qualité de l'air et la récupération de chaleur sur l'air évacué ; c'est un remplacement à l'identique, et son effet sur la facture est déjà dans la consommation de référence. La thermopompe centrale de 2016, notée 3 avec une vie utile de 15 ans, n'y figure pas encore, mais elle en sera à 100 % de sa vie en 2031 : la question de son remplacement, et du choix entre un appareil standard et un appareil climat froid, est précisément celle que l'exemple intégral examine.

Tableau 44.2. Composantes du sujet du cas 1 ayant consommé au moins 90 % de leur vie utile (fiche d'état du chapitre 11, données synthétiques)

Composante	Année	Vie utile L	État c	a_{eff}	a_{eff}/L	Coût neuf ($)
Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)	1 998	20	4	20,00	1,000	7 501
Entrée asphaltée	1 998	20	5	20,00	1,000	3 438
Aménagement paysager	1 998	20	3	19,00	0,950	6 251
Gouttières et solins	1 998	25	4	23,38	0,935	2 077
Balcon et perron	1 998	25	4	23,38	0,935	8 751

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch44_renovation.py, fonction `composantes_fin_de_vie`, d'après `ch11_inspection.py` ; vies utiles = hypothèses pédagogiques du chapitre 11

44.1.3 La rénovation dans les trois méthodes

Le principe de contribution se décline différemment selon la méthode d'évaluation, et il est utile de le dire avant d'aller plus loin, parce que l'erreur du « coût additionné » prend un visage différent dans chacune. Dans la *méthode de comparaison*, une rénovation n'est jamais un poste de la grille : elle modifie les caractéristiques que la grille compare, l'état, l'âge effectif, la qualité, les équipements. Un sujet dont la cuisine a été refaite n'est pas « le sujet plus une cuisine », c'est un sujet dont la note de qualité ou d'état est plus élevée que celle des comparables, et l'ajustement correspondant est le prix implicite de cet écart, extrait par paires ou par régression (chapitre 17). Le piège est le double comptage : ajuster la qualité *et* ajouter le coût de la cuisine. Dans la *méthode du coût*, la rénovation entre par la dépréciation. Les composantes remplacées sont rajeunies dans la fiche d'état (chapitre 11) et leur dépréciation ventilée diminue ; l'amélioration qui ajoute une composante absente du bâtiment d'origine entre dans le coût neuf, puis se déprécie comme les autres ; la surabondance est traitée en désuétude fonctionnelle (chapitre 24). Là encore, le piège est d'ajouter le coût des travaux à une valeur déjà obtenue par le coût, alors que ce coût y est déjà, moins la dépréciation. Dans la *méthode du revenu*, enfin, la rénovation ne vaut que par ses effets sur le revenu net d'exploitation : un loyer plus élevé si le marché locatif rémunère l'attribut, une dépense moindre si le propriétaire paie l'énergie, une vacance réduite, une réserve de remplacement différée (chapitre 28). Dans un immeuble locatif où le chauffage est à la charge du propriétaire, une rénovation énergétique augmente directement le RNE et se capitalise au taux global ; là où les locataires paient leur électricité, comme c'est l'usage dans la plupart des logements québécois, l'économie leur revient, et le propriétaire ne la récupère que si le marché locatif accepte un loyer plus élevé pour un logement moins coûteux à chauffer, ce que l'absence de cote énergétique rend difficile à faire valoir.

Le cadre québécois de fixation des loyers ajoute une particularité que le chapitre 34 développe : dans un logement dont le bail est reconduit, le propriétaire ne peut répercuter une dépense en immobilisations que par le mécanisme du Tribunal administratif du logement, qui applique aux travaux majeurs un pourcentage annuel publié chaque année, 4,0 % en 2026 pour les dépenses en immobilisations, contre 4,7 % en 2025 (Tribunal administratif du logement 2026d). Une rénovation énergétique de 20 000 $ dans un logement occupé autorise donc, en 2026, une hausse de loyer de l'ordre de 800 $ par année, soit 67 $ par mois, indépendamment de l'économie d'énergie réalisée par le locataire ; c'est cette hausse, et non le coût des travaux ni l'économie du locataire, qui entre dans le RNE du propriétaire et donc

dans la valeur par le revenu. La rénovation d'un immeuble locatif se raisonne ainsi en deux temps : ce que le marché ou le Tribunal permettent de récupérer en loyer, puis ce que le taux global en fait en valeur.

44.1.4 Rénovations « payantes » et « non payantes » : ce que l'on peut dire sans données

Il circule dans la presse spécialisée et chez les courtiers des palmarès de rénovations classées par « taux de récupération », rapport de la valeur ajoutée estimée au coût. Ces classements proviennent pour la plupart de sondages d'opinion menés auprès de courtiers américains, dont la méthodologie n'est pas celle d'une étude de marché, et dont aucune version québécoise fondée sur des transactions n'a été repérée dans la préparation de cet ouvrage. L'évaluateur ne doit pas les citer comme des mesures. Il peut en revanche raisonner à partir des trois causes d'écart énoncées plus haut. Les travaux dont le taux de récupération est élevé sont ceux qui corrigent un défaut visible et universellement désapprouvé (entretien différé), ceux qui alignent le bien sur la norme du secteur sans la dépasser (une cuisine « au goût du jour » dans un secteur où les comparables en ont une), et ceux qui sont peu spécifiques au goût du propriétaire (toiture, fenêtres, porte de garage, revêtement). Les travaux dont le taux est faible sont ceux qui dépassent la norme du secteur, ceux qui reflètent un goût particulier (finitions inhabituelles, aménagements très spécialisés) et ceux dont le bénéfice est privé plutôt que transférable (une piscine creusée, qui coûte à entretenir et que la moitié des acheteurs considèrent comme une charge). La rénovation énergétique occupe une position intermédiaire que la suite du chapitre précise : son bénéfice est transférable, puisque l'acheteur héritera de la facture réduite, mais il est petit au Québec et difficile à observer sans cote énergétique.

Licence, garantie et déclarations : ce qui encadre les travaux au Québec

La Loi sur le bâtiment réserve l'exécution de travaux de construction aux entrepreneurs titulaires d'une licence de la Régie du bâtiment (art. 46), mais exempte la personne physique qui exécute ou fait exécuter des travaux sur une maison unifamiliale destinée à son usage personnel, sauf pour le gaz, le pétrole et l'électricité (art. 49, par. 2°) ; un contrat conclu avec un entrepreneur sans licence peut être annulé et l'hypothèque légale qui en découle radiée (art. 50) (Québec 1985b, art. 46, 49, 50). Le plan de garantie obligatoire administré par la Garantie de construction résidentielle ne couvre que les bâtiments *neufs* visés par le règlement (unifamiliales, duplex à quintuplex, petites copropriétés), avec des durées de un, trois et cinq ans selon la nature du défaut (Québec 1998 ; Garantie de construction résidentielle 2026b) ; une rénovation n'est protégée que par la garantie légale de qualité du vendeur et de l'entrepreneur (art. 1726 et s., 2118 C.c.Q.) (Québec 1991, art. 1726–1731, 2118). Le formulaire obligatoire *Déclarations du vendeur* de l'OACIQ demande au vendeur de déclarer les travaux effectués, les permis obtenus et les problèmes connus (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a) : pour l'évaluateur, ce document et les permis municipaux sont la première source de vérification de ce que la rénovation est réellement, et de ce qu'elle vaut aux yeux d'un acheteur informé. Enfin, les rénovations de maisons des années 1960 à 1980 soulèvent des questions de matériaux : la mousse isolante d'urée-

formaldéhyde (MIUF) est interdite au Canada depuis décembre 1980 et l'isolant de vermiculite peut contenir de l'amiante ; Ressources naturelles Canada recommande des précautions avant tout travail sur l'enveloppe (Ressources naturelles Canada 2025b ; Ressources naturelles Canada 2025a). Ces constats relèvent du chapitre 11 ; ils rappellent qu'une rénovation énergétique peut révéler un passif.

44.2 La prime verte : ce que la littérature mesure

44.2.1 Capitalisation des économies et valeur de l'information

Pourquoi une maison plus efficace vaudrait-elle plus cher ? La réponse économique est la **capitalisation** : si l'acheteur anticipe des factures plus faibles pendant la durée de vie restante de l'équipement ou de l'enveloppe, il est prêt à payer, au plus, la valeur actuelle de ces économies. Pour une mesure qui réduit la facture de S_t dollars l'année t pendant n années, et un acheteur dont le coût du capital est r,

$$V_E \;=\; \sum_{t=1}^{n} \frac{S_t}{(1+r)^t} \;=\; S_0 \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{1+g}{1+r}\right)^t \quad \text{si } S_t = S_0(1+g)^t, \tag{44.2}$$

où g est la croissance anticipée du prix de l'énergie. Trois conséquences découlent immédiatement de cette écriture. La prime est proportionnelle au prix de l'énergie : à efficacité physique égale, une maison économe vaut plus là où le kilowattheure est cher. Elle est décroissante dans r et dans la durée restante : une thermopompe de dix ans ne vaut, pour l'acheteur, que ses cinq dernières années d'économies. Et elle suppose que l'acheteur *connaisse* S_0 : sans information crédible sur la consommation, il ne peut pas capitaliser ce qu'il ignore. C'est ici qu'interviennent les étiquettes énergétiques, dont la littérature européenne et américaine a étudié l'effet sur les prix. Brounen et Kok (2011) ont montré, aux Pays-Bas, que l'étiquette joue un rôle informationnel : son adoption est faible et concentrée dans les segments où la vente est difficile, et les acheteurs capitalisent l'information qu'elle révèle. Fuerst et Warren-Myers (2018) ont formalisé le problème inverse, celui des « citrons verts » : lorsque la divulgation est volontaire, les propriétaires de logements peu efficaces s'abstiennent de divulguer, le marché l'anticipe, et l'absence d'étiquette devient elle-même un signal défavorable.

Le **modèle hédonique** du chapitre 18 est l'outil de mesure. En ajoutant au vecteur des caractéristiques une indicatrice d'étiquette ou une mesure continue d'efficacité E_i,

$$\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \gamma\, E_i + \tau_{t(i)} + \mu_{s(i)} + \varepsilon_i, \tag{44.3}$$

la prime verte est $100\,[\exp(\hat{\gamma}) - 1]$ pour cent, avec la correction de Kennedy lorsque la variance de $\hat{\gamma}$ n'est pas négligeable (équation (18.7)). Le biais principal est celui des variables omises : les logements étiquetés A sont aussi, le plus souvent, récents, bien situés et de meilleure qualité, et une partie de la « prime verte » mesurée sans contrôle fin de la localisation et de l'état est en réalité une prime de qualité. Aydin et al. (2020) ont contourné ce biais en instrumentant l'efficacité mesurée et en recourant aux ventes répétées : ils trouvent qu'une hausse de 10 % de l'efficacité énergétique s'accompagne d'une hausse d'environ 2,2 % de la valeur, un ordre de grandeur qu'ils jugent cohérent avec le coût de l'investissement et la valeur actuelle des économies, et ils constatent que la fourniture d'un certificat ne modifie pas

le degré de capitalisation. C'est le résultat le plus proche de ce qu'un évaluateur peut utiliser : la capitalisation existe, elle est de l'ordre de ce que l'équation (44.2) prédit, et l'étiquette n'ajoute pas grand-chose là où l'information circule autrement.

44.2.2 Ce que mesurent les étiquettes, et ce qu'elles ne mesurent pas

La variable E_i de l'équation (44.3) prend, selon les études, trois formes qu'il ne faut pas confondre. La première est l'**étiquette réglementaire** : les lettres A à G des certificats européens de performance énergétique, la cote BER irlandaise, la cote ÉnerGuide canadienne. Ces étiquettes résultent d'un *calcul normalisé* fondé sur les caractéristiques de l'enveloppe et des systèmes, pour une occupation standard ; elles mesurent la performance théorique du bâtiment, pas la consommation de ses occupants. La deuxième est la *certification volontaire* d'un tiers, Energy Star, LEED ou leurs équivalents résidentiels, qui atteste le respect d'un cahier des charges et qui est, par construction, corrélée avec la nouveauté et la qualité de la construction ; c'est la variable des études californiennes et des études sur les bureaux. La troisième est la *consommation mesurée*, normalisée par la taille et le climat, que seuls quelques travaux ont pu observer ; c'est la variable d'Aydin et al. (2020), et la seule qui corresponde exactement à ce que l'équation (44.2) capitalise. L'écart entre la performance théorique et la consommation réelle est bien documenté dans la littérature technique : les logements mal cotés consomment souvent moins que leur cote ne le prédit, parce que leurs occupants se chauffent moins, et les logements bien cotés davantage, parce que leurs occupants relâchent leur vigilance. Pour l'évaluateur, la conséquence est simple : une étiquette informe sur le bâtiment, une facture informe sur le ménage qui l'occupe, et c'est le bâtiment que l'acheteur achète. Lorsque le sujet dispose de factures, il faut les corriger de l'occupation (nombre de personnes, consignes, équipements) avant d'en tirer une économie transférable ; lorsque seul un calcul normalisé existe, il faut se rappeler que l'économie réelle sera, en moyenne, plus petite que la différence des cotes ne le suggère.

44.2.3 Les résultats par étude et leurs contextes

Le tableau 44.3 et la figure 44.1 rassemblent les résultats des études retenues, avec leur contexte. Chaque chiffre a été vérifié à la source le 31 octobre 2026 ; la méta-analyse de Cespedes-Lopez et al. (2019), qui synthétise 66 documents et 173 estimations, donne un cadre : une prime globale de 4,20 % pour les logements dotés d'un certificat de performance énergétique, de 5,36 % en Amérique du Nord, 4,81 % en Asie et 2,32 % en Europe, avec des résultats non concluants par lettre en Europe faute d'une base de comparaison commune et une dispersion, en Amérique, allant de −2,49 % à +14,3 % selon les études.

Trois lectures s'imposent. D'abord, les primes résidentielles crédibles se situent entre 2 % et 5 % pour l'ensemble des logements « verts » par rapport aux autres, et peuvent atteindre 10 % pour la meilleure classe par rapport à la classe médiane ; les décotes des pires classes sont de même ampleur. Ensuite, la dispersion entre études tient aux contextes : le prix de l'énergie, l'obligation ou non de divulguer, la part des logements étiquetés, le climat et la conjoncture (Hyland et al. (2013) trouvent une prime plus forte quand le marché est faible, ce qui suggère que l'efficacité devient un argument de vente quand les acheteurs se font rares). Enfin, les primes mesurées sur les étiquettes excèdent généralement ce que la capitalisation des économies justifie : Eichholtz et al. (2010) notent déjà, pour les bureaux, que la prime de prix dépasse la valeur actuelle des économies, et attribuent l'écart à des effets intangibles

Tableau 44.3. La prime verte dans la littérature : études retenues, contexte, résultat principal

Étude	Marché, période, données	Mesure de l'efficacité	Résultat (écart de prix ou de loyer)
Eichholtz et al. (2010)	Bureaux, États-Unis, ≈ 10 000 immeubles certifiés et témoins	Certification Energy Star ou LEED	Loyers ≈ 3 % ; loyers effectifs > 6 % ; prix de vente ≈ 16 % ; la prime croît avec l'efficacité mesurée
Brounen et Kok (2011)	Logements, Pays-Bas, 2008–2009, ≈ 32 000 ventes étiquetées	Étiquette européenne A–G	Étiquette verte (A, B, C) : +3,7 % (+3,6 % avec correction de sélection) ; A vs D : +10,2 % ; G vs D : ≈ −5 %
Hyland et al. (2013)	Logements, Irlande, 2008–2012, annonces de vente et de location	Cote BER (15 échelons)	A vs D : +9,3 % (prix), +1,8 % (loyers) ; par échelon : +1,3 % (prix), +0,5 % (loyers) ; effet plus fort quand le marché est faible
Kahn et Kok (2014)	Maisons, Californie, 2007–2012, toutes ventes	Étiquette verte tierce (Energy Star, LEED, GreenPoint)	≈ +5 % (+4,5 % hors maisons d'un constructeur) ; plus élevée en climat chaud
Fuerst et al. (2015)	Logements, Angleterre, 1995–2012, 333 095 logements vendus au moins deux fois	EPC A–G	A/B vs D : +5 % ; C : +1,8 % ; E : −0,7 % ; F : −0,9 % ; G : ≈ −6 % ; effets plus forts pour les maisons en rangée et les appartements
Fuerst et Warren-Myers (2018)	Logements, Territoire de la capitale australienne, 2011–2016	Cote obligatoire à la vente, volontaire à la location	Cote et équipements capitalisés dans les prix et les loyers ; non-divulgation plus fréquente pour les logements peu efficaces (« citrons verts »)
Aydin et al. (2020)	Logements, Pays-Bas, consommation mesurée	Efficacité mesurée (instrumentée), ventes répétées	+10 % d'efficacité ⇒ ≈ +2,2 % de valeur ; le certificat ne change pas la capitalisation
Cespedes-Lopez et al. (2019)	Méta-analyse, 66 documents, 173 estimations	Certificat de performance (présence, lettre)	Prime globale 4,20 % ; Amérique du Nord 5,36 %, Asie 4,81 %, Europe 2,32 % ; méta-analyses antérieures : 7,6 % (2014), 4,3 % (2016), 3,5–4,5 % (2018)

Source : résumés et textes publiés, vérifiés le 2026-10-31 (`verification/chapters/ch44-claims.csv`) ; Eichholtz et al. d'après la version de travail en libre accès.

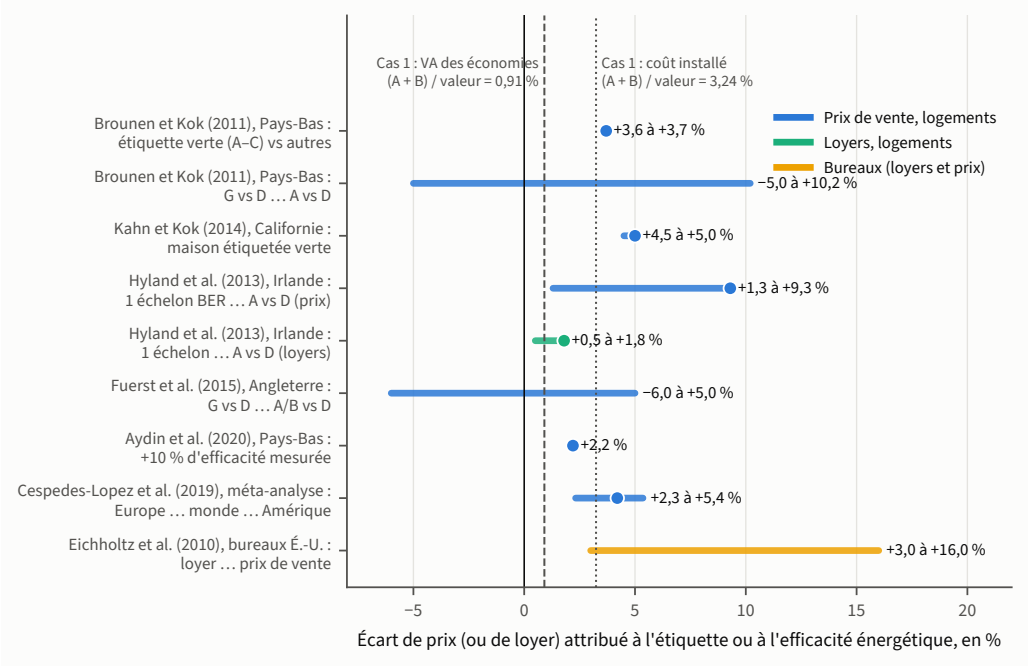


FIGURE 44.1. Fourchettes de la prime verte publiées par les études du tableau 44.3 (segments : du résultat le plus bas au plus élevé rapporté ; point : estimation centrale lorsqu'elle existe), et, en repères verticaux, deux grandeurs calculées pour le sujet du cas 1 à la section 44.5 : la valeur actuelle des économies des deux mesures énergétiques et leur coût installé, rapportés à la valeur hédonique du sujet. Les primes observées dans les marchés étudiés dépassent largement ce que la capitalisation des économies justifie au tarif québécois.

Source : chiffres publiés (tableau 44.3) ; repères du cas 1 : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch44_prime_verte.py

du label. Cet écart est la raison pour laquelle l'évaluateur ne doit jamais appliquer une prime de la littérature sans l'avoir confrontée à l'équation (44.2) sur le marché qu'il évalue.

44.2.4 Transposer au Québec : raisonner plutôt qu'importer

Aucune des études du tableau 44.3 ne porte sur le Québec, et aucune étude arbitrée sur la capitalisation de l'efficacité énergétique dans les prix résidentiels québécois n'a été repérée. Il faut donc raisonner. L'équation (44.2) fournit la structure : la prime monétaire est le produit d'un écart physique de consommation, d'un prix de l'énergie et d'un facteur d'actualisation, conditionné par l'information dont dispose l'acheteur. Sur chacun de ces termes, le Québec diffère des marchés étudiés.

Le prix d'abord. Le tarif domestique D d'Hydro-Québec en vigueur le 1er avril 2026 facture 7,065 ¢ le kilowattheure jusqu'à 40 kWh par jour et 11,142 ¢ au-delà (Hydro-Québec 2026b) ; la Régie de l'énergie a approuvé une hausse de 3,0 % pour la clientèle domestique en 2026 et prévoit 3,0 % en 2027 et 2,6 % en 2028 (Régie de l'énergie 2026). Les marchés néerlandais, irlandais et anglais des études citées paient leur énergie de chauffage, gaz ou électricité, à des prix unitaires plusieurs fois supérieurs, et la part de l'énergie dans le budget des ménages y est nettement plus élevée ; le même écart physique de consommation y vaut donc, en dollars actualisés, un multiple de ce qu'il vaut à Gatineau. La climatologie joue en sens inverse : la saison de chauffe québécoise est longue et les besoins de chauffage élevés, de sorte que l'écart physique entre une maison efficace et une maison médiocre est grand en kilowattheures ; mais multiplié par un prix bas, il reste modeste en dollars, et c'est ce que l'exemple intégral quantifie.

L'information ensuite. Au Québec, la vente d'une maison existante ne s'accompagne d'aucune cote énergétique obligatoire ; la cote ÉnerGuide fédérale est volontaire, et la plupart des maisons n'en ont pas. La seule information transmise est, en pratique, l'historique des factures d'électricité que le vendeur accepte de montrer, et la liste des équipements dans les déclarations du vendeur. Les conditions du problème des « citrons verts » de Fuerst et Warren-Myers (2018) sont donc réunies, à ceci près que le marché québécois n'a pas, non plus, l'habitude de lire une cote ; l'absence d'information est la norme, pas le signal. L'évaluateur qui dispose des factures du sujet et de celles d'un comparable détient une information que le marché, en général, ne capitalise pas finement.

Il en résulte une recommandation en trois temps. Primo, ne pas appliquer les fourchettes européennes ou californiennes au Québec : elles mesurent des étiquettes dans des marchés chers en énergie et informés. Secundo, calculer la valeur actuelle des économies du sujet au tarif D, qui borne supérieurement ce qu'un acheteur rationnel et informé paierait, et la comparer à la valeur du bien : la section 44.5 montre qu'elle est inférieure à 1 % de la valeur hédonique du sujet pour deux mesures substantielles. Tertio, chercher sur le marché local, par paires ou par régression, si une prime d'équipement (thermopompe, fenêtres récentes, isolation documentée) est observable ; elle l'est parfois pour la thermopompe, mais sans doute davantage pour le confort de la climatisation que pour l'économie d'énergie, ce que la section 44.5 ne peut pas tester sur le cas 1 faute de variable.

Étiquetage, Code et mazout

Trois éléments du cadre québécois conditionnent la rénovation énergétique. Le Code de construction du Québec comporte un chapitre I.1, « Efficacité énergétique du bâtiment », qui fixe les exigences de l'enveloppe et des systèmes pour les bâtiments neufs ; son chapitre I, « Bâtiment », repose sur le Code national du bâtiment 2020 modifié pour le Québec, en vigueur depuis le 17 avril 2025, avec une période transitoire pendant laquelle les dispositions antérieures peuvent s'appliquer aux travaux débutés avant le 17 octobre 2027 (Québec 2022 ; Régie du bâtiment du Québec 2026e). Ces exigences définissent la référence implicite de la conformité : une maison de 1998 est « désuète » au sens fonctionnel par rapport à une maison construite selon le chapitre I.1, mais cette désuétude n'est une perte de valeur que si le marché la rémunère (section 24.3). Le chauffage au mazout, pour sa part, est en voie d'extinction réglementaire : l'installation d'appareils au mazout est interdite dans les constructions neuves depuis le 31 décembre 2021 et leur remplacement dans l'existant depuis le 31 décembre 2023 (Gouvernement du Québec 2021 ; Gouvernement du Québec 2026e) ; une maison encore chauffée au mazout en 2026 porte donc une obligation de conversion dont le coût doit être traité comme une dépense immédiatement après l'achat (chapitre 17), et non comme une amélioration. Enfin, aucune cote énergétique n'est exigée à la vente d'une maison existante ; les programmes publics (section 44.3) reposent sur des évaluations ÉnerGuide volontaires, que la refonte de Rénoclimat du 1er octobre 2026 a rendues facultatives même pour l'aide financière (Gouvernement du Québec 2026m).

44.3 Les programmes québécois et fédéraux au 31 octobre 2026

Les aides financières modifient le coût net d'une rénovation pour le propriétaire ; elles ne modifient pas, en principe, la valeur marchande du bien, parce que l'acheteur n'y a pas droit rétroactivement et qu'il ne paie pas davantage une thermopompe subventionnée qu'une thermopompe payée plein prix. Leur rôle dans l'analyse est donc double : elles entrent dans la décision du propriétaire (section 44.4) et elles expliquent, à l'échelle du marché, pourquoi certains équipements se diffusent, ce qui finit par déplacer la norme de conformité du secteur. Le tableau 44.4 fait l'état des programmes vérifiés au 31 octobre 2026, et la figure 44.2 en situe les dates clés ; ces programmes changent souvent, et l'évaluateur doit refaire la vérification à la date de son rapport.

Deux précisions sur le traitement des subventions dans l'évaluation. Lorsqu'un propriétaire a reçu une aide pour des travaux déjà faits, la contribution de ces travaux au prix se mesure sur le marché, indépendamment de l'aide ; l'aide n'est ni ajoutée ni retranchée. Lorsque l'évaluateur analyse un projet de travaux pour un client, par exemple dans un mandat de conseil ou une étude de faisabilité, l'aide réduit le coût net de l'investissement et entre dans la VAN du propriétaire ; mais la valeur actuelle des économies, qui borne la contribution à la valeur marchande, n'en dépend pas. Enfin, lorsque le propriétaire a bénéficié d'un prêt subventionné aujourd'hui fermé, ce prêt n'est pas transférable et n'affecte pas la valeur ; il relève des conditions de financement du vendeur, que la section 16.3 a écartées de la comparaison.

Tableau 44.4. Programmes d'aide à la rénovation et à la construction écoénergétiques, état vérifié au 31 octobre 2026

Programme (administrateur)	Mesure et montant	Conditions et statut	Source, mise à jour
Rénoclimat (Québec)	Plafonds par mesure, maison / plex : toit 2 000 $ / 5 000 $; murs 7 000 $ / 11 000 $; fondations 2 500 $ / 3 500 $; fenêtres 4 500 $ / 6 000 $ (300 $ par fenêtre) ; portes et fenêtres ENERGY STAR 150 $ l'unité ; étanchéité 400–800 $; raccordement d'une source d'appoint ≤ 1 000 $; batterie fixe ≤ 4 000 $; volet adaptation aux inondations (protection des fondations) jusqu'à 35 000 $	Actif, refondu le 1er octobre 2026 : l'évaluation avant travaux n'est plus obligatoire (facultative, aide ≤ 500 $) ; transition des anciennes modalités jusqu'au 31 mars 2027	Gouvernement du Québec (2026m) et Gouvernement du Québec (2026n), 13 oct. 2026
LogisVert (Hydro-Québec)	Thermopompe ENERGY STAR : 50 $ par 1 000 BTU/h à −8 °C, 120 $ pour un appareil climat froid, maximum 6 700 $; bonification multilogements +100 $ (220 $) depuis le 15 juin 2026 ; accumulateur thermique 15 000 $ (22 000 $ avec thermopompe centrale) ; géothermie (remplacement) 250 $ par 1 000 BTU/h, max. 18 000 $; isolation du toit 1 500 $; bonus de 5 % pour mesures combinées	Actif ; ENERGY STAR obligatoire depuis le 26 novembre 2025 ; financement fédéral « thermopompes » annoncé le 8 octobre 2026 pour 2027 (modalités inconnues)	Hydro-Québec (2026a), page anglaise (version française en erreur le 2026-10-31)
Novoclimat (Québec)	Maison neuve homologuée : acheteur 2 000 $, premier acheteur 4 000 $; entrepreneur 1 500 $, Novoclimat Sélect 2 500 $	Actif ; construction neuve seulement	Gouvernement du Québec (2026b), 9 oct. 2026
Chauffez vert (Québec)	Conversion mazout ou propane → électricité	**Terminé** le 31 mars 2026 (demandes et travaux au plus tard à cette date)	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (2025), 10 juill. 2025
Subvention et Prêt canadiens pour des maisons plus vertes (RNCan)	Subvention à la rénovation ; prêt sans intérêt	**Fermés** ; documents acceptés jusqu'au 31 décembre 2025 ; transition vers Environnement et Changement climatique Canada	Ressources naturelles Canada (2026b) et Ressources naturelles Canada (2026c), août 2026
Conversion abordable du mazout à la thermopompe (RNCan)	Jusqu'à 10 000 $ (fédéral seul) ou 25 000 $ (conjoint), plus 250 $	Date limite au Québec : **31 juillet 2026**	Ressources naturelles Canada (2026c), 4 août 2026

Source : pages officielles consultées le 2026-10-31 (`sources/notes-B.md`, §44.2) ; les montants historiques de Chauffez vert et de l'ancien prêt fédéral n'ont pas été relus sur les pages officielles et ne sont pas reproduits.

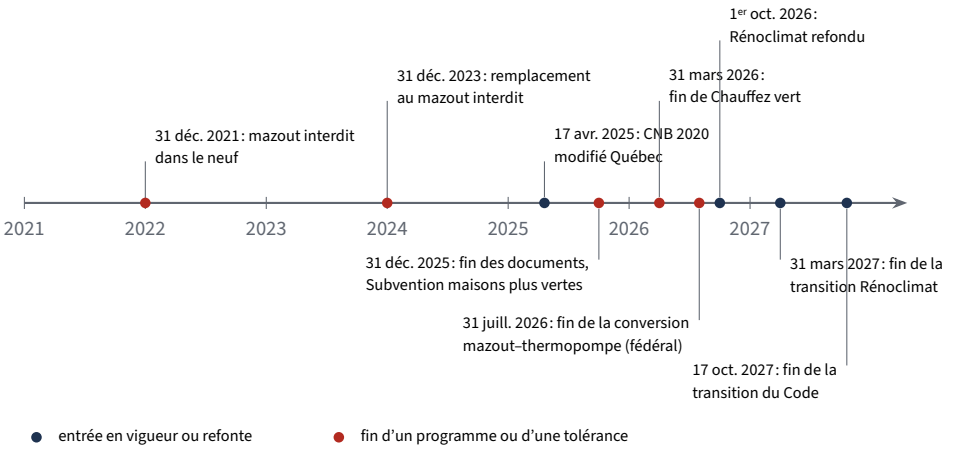


Figure 44.2. Frise des dates qui structurent la rénovation énergétique résidentielle au Québec, 2021–2027 : interdictions du mazout, nouveau Code et sa transition, fermeture des programmes fédéraux et de Chauffez vert, refonte de Rénoclimat. LogisVert (Hydro-Québec) et Novoclimat sont actifs sur toute la période récente.
Source : schéma de l'auteur d'après les sources du tableau 44.4.

44.4 L'analyse coût-bénéfice d'une rénovation énergétique

44.4.1 La facture au tarif D et l'économie marginale

Toute l'analyse repose sur la traduction des kilowattheures évités en dollars. Au tarif D, la facture annuelle hors taxes d'un abonnement qui consomme Q kilowattheures sur J jours s'écrit, avec les prix en vigueur le 1er avril 2026 (Hydro-Québec 2026b),

$$F(Q) \;=\; 0{,}461\,54\,J \;+\; 0{,}070\,65\,\min(Q,\;40\,J) \;+\; 0{,}111\,42\,\max(Q-40\,J,\;0), \qquad (44.4)$$

où le premier terme est les frais d'accès au réseau, le deuxième l'énergie de la première tranche, à concurrence de 40 kWh par jour de la période de consommation, et le troisième l'énergie au-delà de ce seuil, soit, sur une année, au-delà de 14 600 kWh. L'économie annuelle d'une mesure qui fait passer la consommation de Q_0 à Q_1 est la différence des factures,

$$S_0 \;=\; F(Q_0) - F(Q_1), \qquad (44.5)$$

qui vaut exactement $0{,}111\,42\,(Q_0 - Q_1)$ si les deux consommations excèdent le seuil et $0{,}070\,65\,(Q_0 - Q_1)$ si elles lui sont toutes deux inférieures, avec un mélange des deux prix lorsque la mesure fait franchir le seuil. Ce détail a une portée pédagogique qui dépasse le tarif : l'économie se valorise au **prix marginal**, non au prix moyen de la facture. Pour une maison tout électrique de 22 000 kWh, le prix moyen du kilowattheure, frais d'accès compris, est de 9,20 ¢, mais chaque kilowattheure évité en vaut 11,142, soit un cinquième de plus ; valoriser les économies au prix moyen, comme le font bien des outils grand public, les sous-estime d'autant. À l'inverse, un petit logement qui consomme sous le seuil ne « gagne » que 7,065 ¢ par kilowattheure évité, et la même thermopompe y est moins rentable, indépendamment de la taille des besoins.

44.4.2 Les flux et les indicateurs

Une mesure énergétique est un investissement dont les flux sont simples : un décaissement initial égal au coût installé K moins la subvention B reçue, puis des économies annuelles qui croissent avec le prix de l'énergie pendant la durée de vie n de la mesure. Avec les conventions de l'ouvrage (flux en fin d'année, prix de l'énergie indexé au taux g dès la première année),

$$CF_0 = -(K - B), \qquad CF_t = S_0\,(1+g)^t, \quad t = 1, \dots, n, \tag{44.6}$$

et les indicateurs du chapitre 30 s'appliquent sans modification : la valeur actuelle nette au taux r,

$$VAN(r) \;=\; -(K-B) + \sum_{t=1}^{n} \frac{S_0\,(1+g)^t}{(1+r)^t} \;=\; -(K-B) + V_E, \tag{44.7}$$

le taux de rendement interne, racine de $VAN(TRI) = 0$ (équation (30.12)), et le délai de récupération, simple ou actualisé, première année où le cumul des flux, nominaux ou actualisés, redevient positif. Deux indicateurs propres aux investissements énergétiques complètent cette panoplie. L'**annuité équivalente** convertit le coût net en un versement annuel constant sur la durée de vie, au moyen du facteur de recouvrement du capital $\mathrm{CRF}(r,n) = r/[1-(1+r)^{-n}]$:

$$A \;=\; (K-B)\,\mathrm{CRF}(r,n), \tag{44.8}$$

et la mesure est rentable si A est inférieure à l'économie annuelle moyenne actualisée. Le **coût de l'énergie économisée** (*cost of conserved energy*) rapporte cette annuité aux kilowattheures évités chaque année,

$$\mathrm{CEE} \;=\; \frac{(K-B)\,\mathrm{CRF}(r,n)}{Q_0 - Q_1}, \tag{44.9}$$

et s'exprime en cents par kilowattheure : la mesure est rentable, en l'absence de croissance du prix de l'énergie, si le CEE est inférieur au prix marginal du kilowattheure, 11,142 ¢ au tarif D au-dessus du seuil. Cet indicateur a l'avantage de comparer directement une rénovation au prix de l'énergie qu'elle remplace, et de rendre visible la cause des résultats décevants de l'efficacité énergétique au Québec : avec une électricité à 11 ¢, bien des mesures dont le CEE est de 15 à 35 ¢ sont rentables en Europe et ne le sont pas ici.

44.4.3 Quel taux d'actualisation, et pour qui ?

Le choix de r dans l'équation (44.7) dépend de la question posée, et il faut la poser avant de calculer. Si l'analyse sert la décision d'un *propriétaire occupant*, le taux pertinent est son coût d'opportunité du capital : le taux auquel il emprunte s'il finance les travaux par un refinancement hypothécaire ou une marge de crédit, ou le rendement auquel il renonce s'il puise dans son épargne. L'ouvrage retient, pour le sujet du cas 1, le taux effectif des prêts hypothécaires non assurés à taux fixe de cinq ans et plus publié par la Banque du Canada, 4,58 % en août 2026 (Banque du Canada 2026b), parce que c'est le coût marginal du capital d'un ménage qui possède déjà sa maison ; une marge de crédit hypothécaire coûterait davantage, et l'analyse de sensibilité couvre la fourchette de 2 % à 10 %. Si l'analyse sert à borner la *contribution à la valeur marchande*, le taux pertinent est celui de l'acheteur type,

qui finance son achat à un taux voisin et qui, en outre, exige une prime pour l'incertitude des économies qu'un vendeur lui annonce ; la valeur actuelle des économies calculée au taux hypothécaire est donc une borne *supérieure* de la contribution. Si l'analyse sert un *bailleur*, le taux est son coût moyen pondéré du capital, et l'économie n'est la sienne que s'il paie l'énergie.

La cohérence entre le taux et la croissance du prix de l'énergie est aussi importante que leur niveau. Un taux nominal, tel que le taux hypothécaire, appelle une croissance nominale du prix de l'électricité, qui incorpore l'inflation générale ; c'est la convention de l'exemple, où $g = 3{,}0\,\%$ est une hausse tarifaire nominale. Travailler en termes réels, avec un taux réel et la seule dérive relative du prix de l'électricité par rapport à l'indice des prix, donne le même résultat si les deux conversions sont faites, et un résultat faux si une seule l'est ; actualiser des économies nominales croissantes à un taux réel, erreur fréquente des calculateurs grand public, surestime la VAN d'autant plus que l'horizon est long. Enfin, la fraction $(1+g)/(1+r)$ de l'équation (44.2) gouverne tout : à $g = 3{,}0\,\%$ et $r = 4{,}58\,\%$, chaque année d'économies vaut 98,5 % de la précédente en valeur actuelle, de sorte que quinze années d'économies valent 13,3 fois l'économie courante, et trente et une années, 24,5 fois ; c'est la raison pour laquelle une mesure de longue durée comme l'isolation a une valeur actuelle proche de deux fois sa valeur sur quinze ans, et pour laquelle la durée de vie, si incertaine soit-elle, est un paramètre aussi lourd que le taux.

44.4.4 Interactions, incrément et horizon

Trois subtilités distinguent l'analyse énergétique d'un calcul de VAN ordinaire. La première est l'**interaction entre mesures** : les économies ne s'additionnent pas. Si l'isolation réduit la charge de chauffage d'une fraction θ_I et que la thermopompe économise une fraction θ_T de l'énergie de chauffage qu'elle fournit, l'économie combinée sur une charge H est

$$\Delta Q_{I+T} \;=\; \theta_I H + \theta_T\,(1-\theta_I)\,H \;<\; (\theta_I + \theta_T)\,H, \tag{44.10}$$

parce que la thermopompe n'a plus à fournir l'énergie que l'isolation a évitée. L'ordre d'évaluation importe : la mesure examinée en second se voit attribuer une économie moindre, ce qui est la façon correcte de poser la question « vaut-il la peine d'ajouter cette mesure à l'autre ? ».

La deuxième est le **raisonnement incrémental**. Lorsqu'un équipement est en fin de vie et doit de toute façon être remplacé, la décision pertinente n'est pas « installer ou non une thermopompe climat froid », mais « installer un appareil climat froid plutôt qu'un appareil standard ». Le coût à retenir est alors le surcoût, la subvention à retenir est la différence des subventions, et l'économie à retenir est celle de l'appareil performant par rapport à l'appareil standard neuf, non par rapport à l'appareil usé. Les conclusions des deux cadrages peuvent être opposées, et l'exemple intégral le montre.

La troisième est l'*horizon*. L'isolation d'un entretoit dure aussi longtemps que le bâtiment ; une thermopompe, quinze ans. Comparer leurs VAN sur un horizon commun exige soit de tronquer la mesure longue, en lui attribuant une valeur résiduelle, soit de répéter la mesure courte. L'ouvrage retient, pour une mesure de longue durée, la vie économique restante du bâtiment, 31 ans pour le sujet du cas 1 (chapitres 11 et 24), et, pour une mesure de courte durée, sa vie utile, sans remplacement ; l'analyse de sensibilité de la section 44.5.1 fait varier ces durées.

Les données qu'il faut demander

L'analyse exige, au minimum : douze mois de factures d'électricité (et de gaz ou de mazout, le cas échéant) du sujet, ou à défaut une consommation déclarée dont la source est nommée ; la description de l'installation actuelle (type, année, capacité, état, telle que la fiche d'état du chapitre 11 la consigne) ; une ou plusieurs soumissions datées pour les travaux envisagés, dont la date compte parce que l'indice des prix de la construction de bâtiments résidentiels de Montréal a progressé de 8,6 % entre le troisième trimestre de 2025 et celui de 2026 (Statistique Canada 2026e) ; les programmes applicables à la date des travaux, vérifiés sur les pages officielles ; et une estimation des économies qui vienne d'une source identifiée, évaluation ÉnerGuide, fiche technique de l'appareil ou calcul déclaré, jamais d'une promesse de vendeur. Lorsque les économies sont une hypothèse, l'analyse doit le dire et en mesurer la sensibilité.

44.5 Exemple intégral : thermopompe et isolation sur le cottage de Hull

Données synthétiques

Le sujet est le cottage à étages de 165 m² construit en 1998 dans le secteur de Hull (cas 1, `data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json`), dont la fiche d'état du chapitre 11 recense une thermopompe centrale de 2016 (état 3, vie utile 15 ans) et un bloc de longue durée dont l'isolation est « conforme » à sa date de construction. Sa consommation d'électricité n'est pas observée : le présent chapitre pose l'**hypothèse pédagogique** d'une consommation de 22 000 kWh par année pour une maison tout électrique, dont 50 % pour le chauffage des locaux, 20 % pour l'eau chaude et 30 % pour les autres usages. Hydro-Québec ne publie pas de facture moyenne par type de maison, et ce chiffre ne doit pas être lu comme une donnée. Les coûts installés (16 500 $ pour une thermopompe climat froid de 36 000 BTU/h, 44 $ par mètre carré pour l'isolation soufflée de l'entre-toit), les fractions d'économie (30 % du chauffage pour la thermopompe par rapport à l'appareil de 2016, 20 % par rapport à un appareil standard neuf, 8 % pour l'isolation) et l'admissibilité aux plafonds des programmes sont également des hypothèses déclarées. Seuls le tarif D, les règles de LogisVert et de Rénoclimat, la hausse tarifaire de la Régie et le taux hypothécaire de la Banque du Canada sont des données vérifiées. Tous les chiffres sont reproduits par `analysis/python/cases/ch44_renovation.py` et testés par `analysis/python/tests/test_ch44.py`.

Exemple 44.1 : Deux mesures énergétiques sur un cottage de 28 ans à Hull

Étape 1 : la facture de référence. Avec $Q_0 = 22\,000$ kWh sur 365 jours, soit 60,3 kWh par jour, l'équation (44.4) donne des frais d'accès de 168,46 $, une première tranche de 14 600 kWh à 7,065 ¢, soit 1 031,49 $, et une seconde tranche de 7 400 kWh à 11,142 ¢, soit 824,51 $: la facture annuelle hors taxes est de 2 024,46 $, le prix moyen du kilowattheure

de 9,20 ¢ et le prix marginal de 11,142 ¢. La charge de chauffage est $H = 11\,000$ kWh.

Étape 2 : les mesures et leurs flux. Le tableau 44.5 rassemble les hypothèses. La thermopompe climat froid (mesure A) coûte 16 500 $; LogisVert verse 120 $ par tranche de 1 000 BTU/h, soit 4 320 $ pour 36 000 BTU/h, sous le plafond de 6 700 $; le coût net est de 12 180 $. Elle économise 30 % de la charge de chauffage, 3 300 kWh, qui valent tous 11,142 ¢ puisque la consommation reste au-dessus du seuil : $S_0 = 367{,}69$ $ par année aux prix de 2026, 378,72 $ la première année avec une croissance de 3,0 %. L'isolation de l'entretoit (mesure B) coûte $95 \times 44 = 4\,180$ $; Rénoclimat verse, par hypothèse, le plafond « toit » de 2 000 $; le coût net est de 2 180 $, l'économie de 8 % de la charge, soit 880 kWh et 98,05 $ par année. La durée de vie est de 15 ans pour la thermopompe et de 31 ans, vie économique restante du bâtiment, pour l'isolation. Le taux d'actualisation est le taux effectif des prêts hypothécaires non assurés à taux fixe de cinq ans et plus, 4,58 % en août 2026 (Banque du Canada 2026b), coût d'emprunt d'un propriétaire qui financerait les travaux ; la croissance du prix de l'électricité est fixée à 3,0 %, hausse approuvée pour 2026 et prévue pour 2027 (Régie de l'énergie 2026), maintenue par hypothèse au-delà.

Étape 3 : les indicateurs. Le tableau 44.6 et la figure 44.3 donnent les résultats. La thermopompe a une VAN de −7 286,54 $: la valeur actuelle de ses économies, 4 893,46 $, ne couvre que 40,2 % de son coût net, son TRI est négatif (−5,84 %, les économies cumulées sur quinze ans ne remboursant même pas le coût net en dollars courants), son délai de récupération n'existe pas et son coût de l'énergie économisée est de 34,56 ¢ le kilowattheure, trois fois le prix marginal. L'isolation a une VAN de +224,60 $, un TRI de 5,29 %, un délai simple de 16,9 ans et un délai actualisé de 27,4 ans, un indice de rentabilité de 1,103 et un CEE de 15,12 ¢ : rentable de justesse, et seulement grâce à la croissance du prix de l'électricité et à la subvention, puisque sans celle-ci la VAN serait de −1 775,40 $ et le CEE de 28,99 ¢.

Étape 4 : la combinaison. Prises ensemble, les deux mesures n'économisent pas $3\,300 + 880 = 4\,180$ kWh mais, par l'équation (44.10), $880 + 0{,}30 \times (11\,000 - 880) = 3\,916$ kWh : la thermopompe, examinée après l'isolation, perd 264 kWh d'économies. Sur l'horizon de quinze ans de la thermopompe, la VAN combinée est de −8 553,09 $ pour un coût net de 14 360 $; la valeur actuelle des économies, 5 806,91 $, représente 0,91 % de la valeur hédonique du sujet, 637 953 $ (chapitre 18), et le coût installé total, 20 680 $, en représente 3,24 %.

Étape 5 : la décision incrémentale. La thermopompe de 2016 atteindra la fin de sa vie utile en 2031 et devra être remplacée. À ce moment, la question n'est plus celle de l'étape 3. Un appareil standard ENERGY STAR coûte, d'après le poste du devis du chapitre 21 majoré des indirects et de l'incitatif, 13 944,66 $, et LogisVert lui accorde 50 $ par 1 000 BTU/h, soit 1 800 $; l'appareil climat froid coûte 2 555,34 $ de plus et reçoit 2 520 $ de plus. Le surcoût net est de 35,34 $. S'il économise 20 % de la charge de chauffage par rapport à l'appareil standard neuf, soit 2 200 kWh et 245,12 $ par année, la valeur actuelle de ces économies est de 3 262,31 $ et la VAN incrémentale de +3 226,97 $: la bonification de LogisVert pour le climat froid absorbe pratiquement tout le surcoût, et le choix de l'appareil performant au moment du remplacement est sans ambiguïté. La leçon est générale : la rentabilité d'une rénovation énergétique au Québec se joue rarement dans la décision d'investir avant terme, presque toujours dans

le choix de l'équipement au moment où il faut de toute façon remplacer.
Étape 6 : la contribution à la valeur. La section 44.5.2 confronte ces résultats aux quatre lectures de la contribution et aux paires de ventes du cas 1.

Tableau 44.5. Hypothèses de l'exemple intégral (données vérifiées en romain, hypothèses pédagogiques en italique)

Paramètre	Valeur	Statut, source
Tarif D (1er avril 2026)	46,154 ¢/jour ; 7,065 ¢/kWh $\leq$ 40 kWh/j ; 11,142 ¢/kWh au-delà	vérifié, Hydro-Québec (2026b)
Croissance du prix de l'électricité g	3,0 % par année	3,0 % en 2026 et 2027 (Régie) ; *maintenue au-delà*
Taux d'actualisation r	4,58 %	taux effectif, prêts non assurés fixes $\geq$ 5 ans, août 2026 (Banque du Canada 2026b)
Consommation du sujet Q_0	*22 000 kWh/an ; chauffage 50 %, eau chaude 20 %, autres 30 %*	*hypothèse*
Mesure A : thermopompe climat froid	*36 000 BTU/h ; coût installé 16 500 $; économie 30 % du chauffage (20 % vs appareil standard neuf) ; vie 15 ans*	*hypothèses* ; LogisVert 120 $/1 000 BTU/h, max. 6 700 $ (vérifié)
Appareil standard de référence	13 944,66 $ (poste du devis du cas 1 × 1,33043) ; LogisVert 50 $/1 000 BTU/h	devis synthétique (chapitre 21) ; règle vérifiée
Mesure B : isolation de l'entretoit	*95 m² × 44 $ = 4 180 $; économie 8 % du chauffage ; vie 31 ans*	*hypothèses* ; Rénoclimat plafond toit 2 000 $ (vérifié), *versé au plafond*

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch44_renovation.py, constantes en tête de script

44.5.1 Sensibilité : taux, prix de l'énergie, durée et économies

La VAN d'une mesure énergétique dépend de paramètres que l'analyste ne connaît pas : le taux d'actualisation du propriétaire ou de l'acheteur, la trajectoire du prix de l'électricité, la durée de vie réelle de l'équipement et surtout les économies, qui ne sont qu'une estimation avant travaux. La figure 44.4 croise les deux premiers pour chaque mesure, et le tableau 44.7 fait varier la durée de la thermopompe.

Les résultats sont robustes dans un sens précis. La VAN de la thermopompe installée avant terme demeure négative dans toute la grille de la figure 44.4, de −9 383 $ à un taux de 10 % et un prix constant jusqu'à −4 573 $ à 2 % et une croissance de 6 % ; elle le demeure aussi pour toute durée de vie jusqu'à 25 ans au taux de référence. Les seuils d'équilibre confirment la distance à parcourir : pour annuler la VAN à 4,58 % et 3,0 %, il faudrait que l'appareil économise 8 683 kWh, soit 78,9 % de la charge de chauffage, ou que le prix de l'électricité croisse de 14,40 % par année pendant quinze ans, ou que le coût net tombe à 4 893,46 $, ce qui exigerait une subvention de 11 606,54 $, presque le double du plafond de LogisVert. La tornade calculée par le script range les paramètres par influence : la subvention (VAN de −11 606,54 $ sans aide à −4 906,54 $ au plafond de 6 700 $) et le coût installé (±20 % : −10 586,54 $ à −3 986,54 $) pèsent le plus, puis les économies (20 % à 40 % du chauffage :

Tableau 44.6. Indicateurs des mesures énergétiques du sujet du cas 1 ($r = 4{,}58\,\%$, $g = 3{,}0\,\%$; données synthétiques)

Indicateur	A : thermopompe	B : isolation	A + B	Incrément climat froid
Coût installé ($)	16 500,00	4 180,00	20 680,00	2 555,34
Subvention ($)	4 320,00	2 000,00	6 320,00	2 520,00
Coût net $K - B$ ($)	12 180,00	2 180,00	14 360,00	35,34
Énergie évitée (kWh/an)	3 300	880	3 916	2 200
Économie S_0 aux prix de 2026 ($/an)	367,69	98,05	436,32	245,12
Durée de vie n (ans)	15	31	15	15
Valeur actuelle des économies V_E ($)	4 893,46	2 404,60	5 806,91	3 262,31
VAN ($)	−7 286,54	224,60	−8 553,09	3 226,97
TRI (%)	−5,84	5,29	−5,78	n.s.
Délai de récupération simple (ans)	jamais	16,89	jamais	0,14
Délai de récupération actualisé (ans)	jamais	27,40	jamais	0,15
Indice de rentabilité $V_E/(K-B)$	0,402	1,103	0,404	92,32
Annuité équivalente du coût net ($/an)	1 140,37	133,04	1 344,48	3,31
CEE net (¢/kWh)	34,56	15,12	34,33	0,15
CEE brut, sans subvention (¢/kWh)	46,81	28,99	49,44	10,87

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch44_renovation.py, fonction `flux_mesure` ; traite.finance ; n.s. : TRI non significatif, coût net quasi nul.

Tableau 44.7. VAN de la thermopompe climat froid ($) selon la durée de vie et le taux d'actualisation ($g = 3{,}0\,\%$; données synthétiques)

Durée (ans)	$r = 2\,\%$	$r = 4{,}58\,\%$	$r = 7\,\%$	$r = 10\,\%$
10	−8 299	−8 795	−9 180	−9 573
12	−7 476	−8 178	−8 706	−9 228
15	−6 212	−7 287	−8 058	−8 788
18	−4 910	−6 435	−7 481	−8 426
20	−4 020	−5 888	−7 131	−8 222
25	−1 719	−4 593	−6 365	−7 815

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch44_renovation.py, fonction `sensibilite_duree`

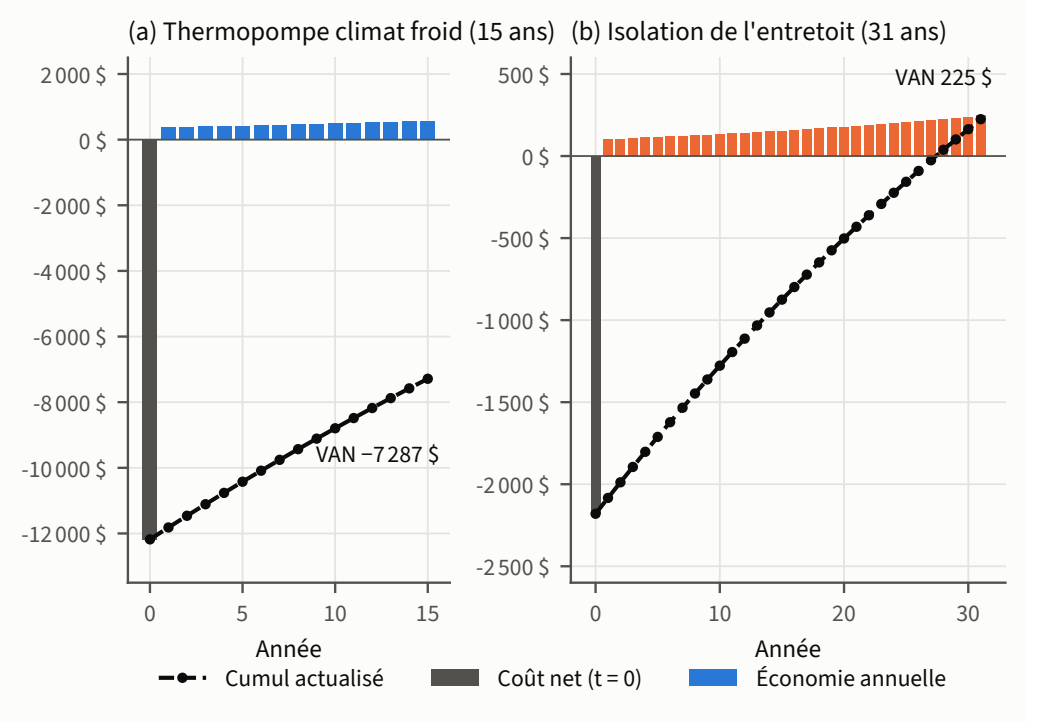


Figure 44.3. Flux annuels des deux mesures énergétiques du sujet du cas 1 : coût net à l'année 0, économies croissantes de 3,0 % par année et cumul actualisé à 4,58 %. (a) La thermopompe climat froid, installée avant terme, ne récupère pas son coût net en quinze ans. (b) L'isolation de l'entretoit atteint l'équilibre actualisé la vingt-huitième année et dégage une VAN légèrement positive sur la vie restante du bâtiment.
Source : [données synthétiques] analysis/python/figures/ch44_flux.py

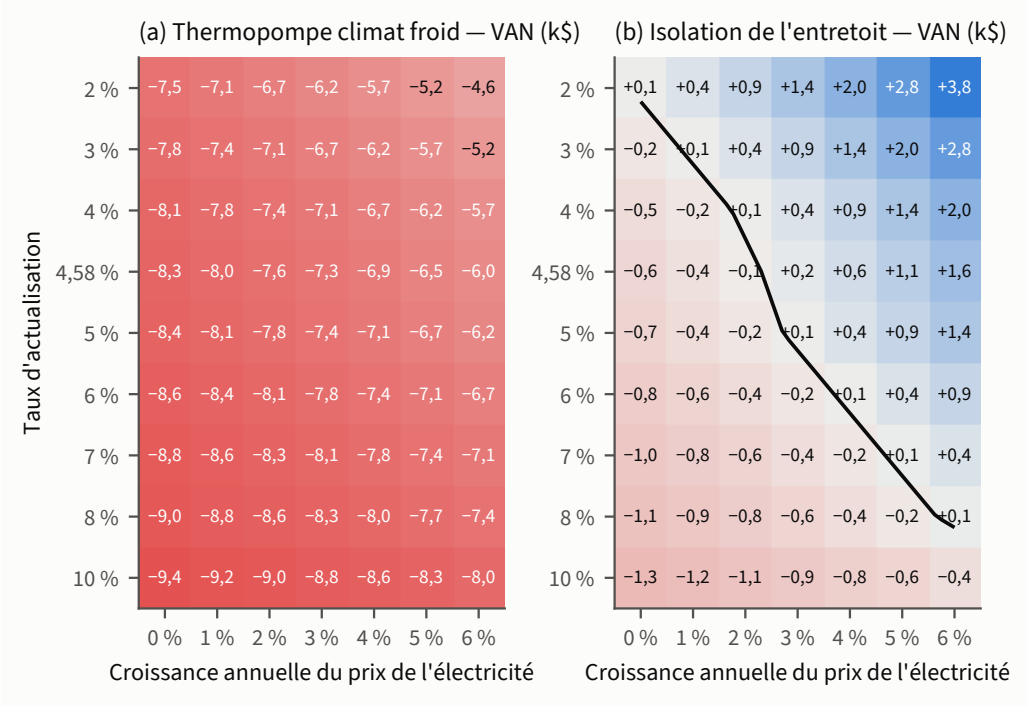


FIGURE 44.4. VAN (en milliers de dollars) des deux mesures selon le taux d'actualisation (lignes) et la croissance annuelle du prix de l'électricité (colonnes). (a) La thermopompe installée avant terme reste déficitaire dans toute la grille, de $-9{,}4$ k$ à $-4{,}6$ k$; aucune combinaison plausible ne la rend rentable. (b) L'isolation bascule du négatif au positif le long de la courbe noire : à 4,58 %, il faut une croissance du prix d'au moins 3 % ; à 2 %, elle est rentable même à prix constant.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch44_heatmap_van.py

−8 917,69 $ à −5 655,39 $), la consommation de référence (16 000 à 28 000 kWh : −9 163,72 $ à −5 951,96 $), la durée (12 à 20 ans : −8 177,94 $ à −5 888,43 $), le prix de l'énergie et le taux. L'isolation est au contraire une mesure « de seuil » : sa VAN est petite et change de signe pour des variations modérées des paramètres, de −1 251 $ à +3 784 $ dans la grille, et la courbe d'équilibre de la figure 44.4 dit à quelles conditions elle se justifie : un propriétaire qui actualise à son taux hypothécaire a besoin d'anticiper une croissance du prix de l'électricité d'au moins 3 % par année, ce qui correspond aux hausses récentes approuvées par la Régie mais excède l'inflation cible.

44.5.2 Quatre lectures de la contribution à la valeur

Que doit en conclure l'évaluateur qui, un an après les travaux, évalue le cottage ? Le tableau 44.8 et la figure 44.5(a) confrontent quatre lectures de ce que la thermopompe « vaut ». Le coût installé, 16 500 $, est ce que le vendeur réclame ; le coût net de la subvention, 12 180 $, est ce qu'il a déboursé ; la valeur actuelle des économies, 4 893,46 $ au moment de l'installation, est le maximum qu'un acheteur rationnel et parfaitement informé paierait pour le flux d'économies, et elle décroît avec le temps : 3 923,88 $ après cinq ans, 2 360,94 $ après dix, zéro à la fin de la vie utile. Les primes de la littérature, appliquées mécaniquement à la valeur hédonique du sujet, donneraient 14 801 $ (Europe, 2,32 %), 26 794 $ (monde, 4,20 %) ou 34 194 $ (Amérique du Nord, 5,36 %) ; mais ces primes mesurent des étiquettes dans des marchés où l'énergie coûte un multiple du tarif D, et où l'étiquette signale souvent une maison récente et de qualité. Les appliquer ici reviendrait à payer trois à sept fois la valeur actuelle des économies, soit à faire ce que Eichholtz et al. (2010) observaient pour les bureaux américains, une prime de label excédant la capitalisation, sans qu'aucune donnée québécoise ne l'autorise.

Tableau 44.8. Quatre lectures de la contribution de la thermopompe climat froid à la valeur du sujet du cas 1 (données synthétiques)

Lecture	Montant ($)	% de la valeur	Ce qu'elle mesure
Coût installé	16 500,00	2,59	ce que le vendeur réclame
Coût net de LogisVert	12 180,00	1,91	ce que le propriétaire a déboursé
Valeur actuelle des économies (15 ans, 4,58 %, 3,0 %)	4 893,46	0,77	plafond pour un acheteur rationnel et informé
après 5 ans	3 923,88	0,62	idem, à une revente en 2031
après 10 ans	2 360,94	0,37	idem, à une revente en 2036
Prime verte, Europe (2,32 %)	14 800,51	2,32	étiquette, marché cher en énergie
Prime verte, monde (4,20 %)	26 794,02	4,20	méta-analyse, tous marchés
Prime verte, Amérique du Nord (5,36 %)	34 194,27	5,36	étiquettes volontaires, États-Unis surtout

Source : [données synthétiques] analysis/python/cases/ch44_renovation.py, fonctions `lectures_contribution` et `va_economies_restantes` ; valeur hédonique du sujet 637 953 $ (chapitre 18).

La lecture correcte, pour l'évaluateur, est la troisième, bornée par la quatrième si une prime d'équipement est démontrée sur le marché local. Concrètement : à la date d'évaluation du cas

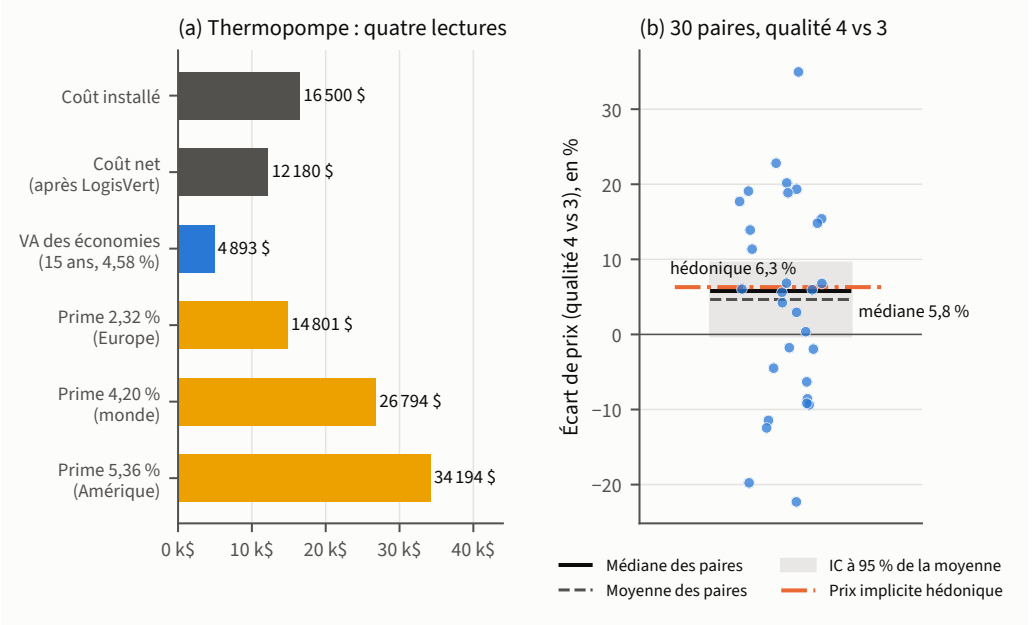


FIGURE 44.5. (a) Les quatre lectures du tableau 44.8 pour la thermopompe : la valeur actuelle des économies est le tiers du coût installé, et les primes vertes de la littérature, appliquées à la valeur du sujet, en sont un multiple. (b) Écarts de prix des 30 paires de ventes du cas 1 qui ne diffèrent, à des tolérances déclarées près, que par un échelon de qualité (4 contre 3) : médiane 5,8 %, moyenne 4,65 % avec un intervalle à 95 % de $-0{,}2$ à 9,5 %, et prix implicite hédonique de 6,3 %. La dispersion des paires illustre la supériorité de la régression pour isoler un attribut dans un marché hétérogène.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] analysis/python/figures/ch44_capitalisation.py

1, une thermopompe climat froid neuve contribuerait au plus 4 900 $ environ à la valeur du sujet par ses économies, soit moins de 1 %, à quoi s'ajoute, le cas échéant, la contribution de la climatisation centrale comme attribut de confort, qui relève de la comparaison ordinaire (chapitre 17) et non de l'analyse énergétique. Le vendeur qui demande 16 500 $ de plus pour sa thermopompe demande 11 600 $ de trop ; l'évaluateur qui ajouterait 4 % de « prime verte » ajouterait 22 000 $ de trop. Et l'isolation, dont la VAN est positive pour le propriétaire, contribue au plus 2 404,60 $, invisible dans la dispersion des prix du secteur.

44.5.3 Les rénovations non énergétiques : cuisine, salles de bain et paires de ventes

Le même raisonnement vaut pour les rénovations ordinaires, avec une différence : leur bénéfice n'est pas un flux monétaire actualisable mais un surcroît d'utilité, dont la seule mesure est le marché. Le chapitre 17 a exposé les méthodes, ventes appariées et régression ; le chapitre 24 a mesuré la carence de salle d'eau par le coût. Le jeu du cas 1 ne comporte pas de variable « cuisine rénovée », mais il comporte une note de qualité de 1 à 5, et un échelon de qualité est, dans ce jeu, ce qu'une rénovation complète de la cuisine et des salles de bain produirait vraisemblablement sur une maison de 1998 notée 3 : la faire passer à 4. Le script apparie donc les ventes de qualité 4 à des ventes de qualité 3 du même secteur et du même type, de superficie habitable voisine à 25 m² près, d'âge voisin à dix ans près, de mêmes garage, sous-sol fini et piscine, vendues à moins de dix-huit mois d'écart et à moins de cinq kilomètres, en ramenant le prix du membre de qualité 3 à la date de l'autre par la tendance du modèle hédonique (0,364 % par mois) ; chaque vente n'entre que dans une paire, et le membre le plus ressemblant est retenu. Trente paires en résultent. Leur écart médian est de 5,78 %, soit 25 083 $ sur le prix médian des paires ; leur écart moyen de 4,65 %, avec un écart-type de 13,64 % entre paires et une erreur-type de la moyenne de 2,49 %, d'où un intervalle à 95 % de −0,23 % à +9,53 %. Le prix implicite hédonique de l'échelon de qualité, $\exp(0{,}06108) - 1 = 6{,}30\,\%$, est à l'intérieur de cet intervalle et bien plus précis, parce que la régression contrôle simultanément toutes les différences résiduelles que les tolérances de l'appariement laissent subsister (figure 44.5(b)).

Appliqué à la valeur du sujet, l'échelon de qualité contribue 36 891 $ (paires, médiane) ou 40 182 $ (hédonique). Si la rénovation de la cuisine et des deux salles de bain qui ferait passer le sujet de la note 3 à la note 4 coûte 65 000 $, hypothèse pédagogique dont l'ordre de grandeur n'est pas documenté par une source québécoise, le taux de récupération est de 56,8 % à 61,8 % et la « VAN » de la rénovation pour un vendeur qui la ferait juste avant de vendre est de −28 109 $. Ce résultat est celui que la section 44.1 laissait attendre : une amélioration conforme au secteur contribue nettement, mais moins qu'elle ne coûte, parce que l'acheteur n'a pas choisi les finitions et que le marché du secteur rémunère la qualité de façon continue et modérée. Il illustre aussi la limite de l'exercice : un échelon de qualité englobe plus qu'une cuisine, et la variable de qualité du jeu synthétique est, par construction, mieux mesurée qu'une note de qualité attribuée par un évaluateur sur le terrain. Les études de ventes répétées de Knight et Sirmans (1996) et de Harding et al. (2007) montrent, sur des données réelles américaines, que l'entretien et la rénovation ralentissent la dépréciation du logement sans l'annuler : les propriétaires qui rénovent récupèrent une partie de la valeur perdue par l'usure, pas une plus-value nette sur le coût.

Rédiger la section « rénovations » d'un rapport

Le rapport d'évaluation doit permettre au lecteur de retrouver le raisonnement, pas seulement la conclusion. Pour chaque rénovation déclarée par le vendeur ou constatée à l'inspection, la section correspondante du rapport indique : la nature des travaux et leur date, la source de l'information (déclarations du vendeur, permis, factures, constat visuel), leur catégorie au sens du tableau 44.1, et la façon dont ils ont été pris en compte dans chaque méthode, en nommant la caractéristique de la grille qu'ils modifient, la composante de la fiche d'état qu'ils rajeunissent ou le poste de revenu qu'ils affectent. Pour une rénovation énergétique, le rapport ajoute la consommation de référence et sa source, l'économie retenue et sa source, le tarif appliqué et le prix marginal, les paramètres financiers et la valeur actuelle des économies, présentée explicitement comme une borne supérieure de la contribution, puis la preuve de marché, s'il en existe une, d'une prime d'équipement dans le secteur. Lorsque la consommation ou l'économie est une hypothèse, le rapport le dit et donne la sensibilité ; lorsqu'un programme d'aide a été reçu, il le mentionne sans l'ajouter à la valeur. Cette discipline est la même que celle des hypothèses extraordinaires du chapitre 2 : ce que l'évaluateur n'a pas pu vérifier doit être visible, et son incidence sur la conclusion mesurée.

Erreurs fréquentes

- Additionner le coût des rénovations à une valeur antérieure. La contribution est ΔV, mesurée sur le marché ou par la valeur actuelle des bénéfices, jamais K (équation (44.1)).
- Compter deux fois un remplacement à l'identique : ajouter le coût d'une toiture neuve alors que la méthode du coût n'avait déprécié l'ancienne que d'une fraction de ce coût, ou alors que la comparaison suppose déjà une toiture en milieu de vie.
- Appliquer une « prime verte » européenne ou californienne à une maison québécoise. Ces primes mesurent des étiquettes dans des marchés où l'énergie coûte plusieurs fois le tarif D ; la borne pertinente est la valeur actuelle des économies au tarif local (équation (44.2)).
- Valoriser les économies au prix moyen du kilowattheure plutôt qu'au prix marginal de la tranche où se trouve le sujet, ou négliger le franchissement du seuil de 40 kWh par jour.
- Additionner les économies de mesures qui interagissent ; la seconde mesure n'économise qu'une fraction de ce que la première a laissé (équation (44.10)).
- Évaluer un remplacement inévitable comme un investissement discrétionnaire. Quand l'équipement est en fin de vie, seuls le surcoût, la différence des subventions et l'économie par rapport à l'équipement standard neuf comptent.
- Traiter une subvention reçue par le vendeur comme une valeur transférée à l'acheteur, ou un prêt subventionné comme un attribut du bien.
- Accepter les économies annoncées par un fournisseur sans source ; déclarer l'hypothèse et en mesurer la sensibilité, comme à la section 44.5.1.

Limites et mises en garde

Les résultats chiffrés de la section 44.5 reposent sur une consommation, des coûts installés, des fractions d'économie et des durées de vie qui sont des hypothèses pédagogiques déclarées, non des mesures ; ils démontrent une méthode et un ordre de grandeur, pas la rentabilité d'un équipement particulier, qui dépend de la maison, de l'installateur et de la soumission du jour. Les taux d'actualisation et de croissance du prix de l'électricité au-delà de 2028 sont des choix de l'analyste. Aucune étude arbitrée sur la capitalisation de l'efficacité énergétique dans les prix résidentiels québécois n'a été repérée ; l'absence de cote énergétique obligatoire à la vente d'une maison existante est constatée d'après les programmes publics, mais aucune disposition législative n'a été vérifiée qui l'interdise ou l'impose, et le lecteur doit revérifier ce point à la date de son rapport. Les palmarès de « taux de récupération » des rénovations n'ont pas été cités faute de méthodologie transactionnelle vérifiable et de version québécoise. Les montants des programmes ont été lus sur les pages officielles le 31 octobre 2026 ; ils changent fréquemment, et la version française de la page de LogisVert était inaccessible à cette date. Les paires de ventes du cas 1 proviennent d'un marché synthétique dont la variable de qualité est parfaitement mesurée ; sur un marché réel, l'appariement sur une note de qualité attribuée par l'évaluateur est beaucoup plus bruité, et le coût de 65 000 $ retenu pour la rénovation de référence est une hypothèse. Enfin, le chapitre ne traite ni des rénovations qui modifient la superficie ou le nombre de logements, qui relèvent de la plus haute et meilleure utilisation (chapitre 41), ni de l'effet des rénovations sur les loyers encadrés, qui relève du chapitre 34.

À retenir

- La contribution d'une rénovation à la valeur est ce que le marché paie pour elle, ΔV, jamais son coût K ; quatre catégories de travaux, entretien différé, remplacement à l'identique, amélioration et surabondance, appellent des mesures différentes, et un remplacement en fin de vie ne crée pas de valeur, il restaure une contribution déjà supposée.
- La prime verte mesurée dans la littérature se situe entre 2 % et 5 % pour les logements étiquetés, jusqu'à 10 % pour la meilleure classe ; elle dépend du prix de l'énergie, de l'information disponible et du marché, et elle excède souvent la capitalisation des économies. Elle ne se transpose pas au Québec sans ce calcul.
- La valeur actuelle des économies au tarif D, $V_E = \sum S_t/(1+r)^t$, borne ce qu'un acheteur rationnel et informé paierait ; au prix marginal de 11,142 ¢ le kilowattheure, elle est petite : moins de 1 % de la valeur du sujet pour deux mesures substantielles.
- L'analyse coût-bénéfice d'une mesure énergétique se conduit par la VAN, le TRI, le délai actualisé, l'annuité équivalente et le coût de l'énergie économisée, en valorisant les économies au prix marginal, en tenant compte des interactions et en raisonnant à l'incrément quand l'équipement doit de toute façon être remplacé : la bonification de LogisVert rend le choix de l'appareil climat froid évident au moment du remplacement, alors que l'installation avant terme est déficitaire.
- Les programmes (Rénoclimat refondu le 1er octobre 2026, LogisVert, Novoclimat)

réduisent le coût net pour le propriétaire et déplacent la norme du marché ; ils n'ajoutent pas de valeur transférable et doivent être revérifiés à la date de chaque rapport.
- Pour les rénovations non énergétiques, la contribution se mesure par paires de ventes et par régression ; un échelon de qualité vaut environ 6 % du prix dans le cas 1, soit un taux de récupération de l'ordre de 60 % pour une rénovation complète de la cuisine et des salles de bain au coût retenu.

Exercices

Exercice 44.1 — Facture au tarif D et prix marginal ★

Calculez, avec l'équation (44.4) et les prix en vigueur le 1er avril 2026, la facture annuelle hors taxes d'un logement qui consomme 18 000 kWh, puis celle d'une maison qui en consomme 26 000. Donnez pour chacune le prix moyen du kilowattheure et le prix marginal. Quelle est la valeur annuelle de 1 000 kWh évités pour la maison de 26 000 kWh ? Et pour un logement qui passerait de 15 000 à 14 000 kWh ? Expliquez la différence.

Exercice 44.2 — Subvention LogisVert ★

Un propriétaire installe une thermopompe ENERGY STAR de 24 000 BTU/h à −8 °C. Calculez l'aide LogisVert pour un appareil standard et pour un appareil climat froid. À partir de quelle capacité le plafond de 6 700 $ devient-il contraignant pour un appareil climat froid ? Quelle aide recevrait un appareil climat froid de 60 000 BTU/h ?

Exercice 44.3 — Remplacer les fenêtres : rénovation ou investissement énergétique ? ★★

La fiche d'état du sujet du cas 1 (tableau 11.5) donne pour les 16 fenêtres de 1998 un coût neuf de 22 311 $ et un ratio de vie consommée de 0,717. Leur remplacement par des fenêtres ENERGY STAR est admissible à Rénoclimat (300 $ par fenêtre, plafond 4 500 $) et économiserait, par hypothèse, 600 kWh par année pendant 30 ans. Avec $r = 4{,}58\,\%$ et $g = 3{,}0\,\%$, calculez le coût net, la valeur actuelle des économies, la VAN et le coût de l'énergie économisée. Que devient la VAN sans subvention ? Concluez sur la nature de ces travaux au sens du tableau 44.1 et sur la façon dont l'évaluateur doit en traiter la contribution.

Exercice 44.4 — Coût de l'énergie économisée ★★

Pour l'isolation de l'entretoit de l'exemple intégral (coût 4 180 $, subvention 2 000 $, 880 kWh par année, 31 ans), calculez le coût de l'énergie économisée de l'équation (44.9)

à $r = 4{,}58\,\%$, avec et sans subvention, puis à $r = 8\,\%$. Comparez chaque résultat au prix marginal du tarif D et dites dans quels cas la mesure est rentable à prix de l'électricité constant. Calculez la VAN sans subvention à $4{,}58\,\%$ et $g = 3{,}0\,\%$.

Exercice 44.5 — Transposer une prime verte ★★

Appliquez à la valeur hédonique du sujet du cas 1, 637 953 $, la prime européenne de 2,32 % et la prime nord-américaine de 5,36 % de la méta-analyse de Cespedes-Lopez et al. (2019). Comparez les montants obtenus à la valeur actuelle des économies des deux mesures de l'exemple, sur 15 ans (5 806,91 $) puis sur 31 ans si la thermopompe était remplacée à l'identique sans coût (recalculez avec le script : 10 700,48 $). Rédigez un paragraphe (150 mots) expliquant à un client pourquoi ces primes ne s'appliquent pas à sa maison, en vous appuyant sur l'équation (44.2).

Exercice 44.6 — Seuils d'équilibre et tornade ★★★

À l'aide de `analysis/python/cases/ch44_renovation.py`, déterminez pour la thermopompe climat froid installée avant terme : (a) la croissance du prix de l'électricité qui annule la VAN à $4{,}58\,\%$; (b) l'économie annuelle en kilowattheures, et en fraction de la charge de chauffage, qui annule la VAN ; (c) la subvention qui rendrait le coût net égal à la valeur actuelle des économies. Reproduisez la tornade de la section 44.5.1 et classez les sept paramètres par influence. Discutez (200 mots) de ce que ces seuils enseignent sur la politique de subvention : pourquoi LogisVert bonifie-t-il l'appareil climat froid plutôt que l'appareil standard ?

Exercice 44.7 — Paires de ventes et prix implicite ★★★

Modifiez les tolérances de l'appariement de la section 44.5.3 : (a) élargissez-les (superficie 30 m², âge 15 ans, 24 mois, sans limite de distance) ; (b) resserrez-les (15 m², 8 ans, 9 mois, 2 km). Pour chaque variante, donnez le nombre de paires, l'écart médian, l'écart moyen et l'écart-type. Comparez au prix implicite hédonique de l'échelon de qualité et à sa version corrigée par la formule de Kennedy (équation (18.7)). Expliquez l'arbitrage entre le nombre de paires et leur pureté, et dites pourquoi la régression domine ici l'appariement.

Pour aller plus loin

Le principe de contribution et le traitement des rénovations dans les trois méthodes sont exposés dans Appraisal Institute (2026), dont le vocabulaire est fixé par Appraisal Institute (2022). Sur la prime verte, on lira d'abord Eichholtz et al. (2010), qui a ouvert le champ avec les bureaux américains, puis Brounen et Kok (2011) pour le rôle informationnel des étiquettes résidentielles et Aydin et al. (2020) pour la mesure la plus propre de la

capitalisation des économies, qui est aussi la plus utile à l'évaluateur. Les études anglaise (Fuerst et al. 2015), irlandaise (Hyland et al. 2013) et californienne (Kahn et Kok 2014) montrent la diversité des contextes, et Fuerst et Warren-Myers (2018) le problème de la divulgation volontaire. La méta-analyse de Cespedes-Lopez et al. (2019) donne le cadre d'ensemble et ses limites. Sur l'entretien, la rénovation et la dépréciation du logement, Knight et Sirmans (1996) et Harding et al. (2007) restent les références empiriques. Pour le cadre québécois, les pages officielles des programmes (Gouvernement du Québec 2026m ; Hydro-Québec 2026a ; Gouvernement du Québec 2026b), le document tarifaire d'Hydro-Québec (Hydro-Québec 2026b) et la décision tarifaire de la Régie (Régie de l'énergie 2026) sont à relire à chaque mandat, et les précautions de Ressources naturelles Canada sur les matériaux anciens (Ressources naturelles Canada 2025b) complètent le chapitre 11.

PARTIE IX

Cas québécois complets

45

Cas 1 : maison unifamiliale à Gatineau

Ce chapitre réunit en un seul dossier d'évaluation tout ce que les chapitres de méthode ont appris au lecteur à propos d'une maison unifamiliale. Le sujet est le cottage fictif du secteur de Hull, à Gatineau, que le lecteur a déjà rencontré au fil de l'ouvrage : mesuré au chapitre 12, inspecté au chapitre 11, situé par rapport à son rôle d'évaluation au chapitre 9, comparé à ses voisins du chapitre 16 au chapitre 18, chiffré à neuf au chapitre 21, déprécié au chapitre 24, dont le terrain a été évalué au chapitre 25 et dont les indications ont été réconciliées au chapitre 20. Ces chapitres ont chacun traité une étape en isolant ce qu'elle a de propre ; le présent chapitre les enchaîne dans l'ordre d'un rapport, depuis la définition du mandat jusqu'à la certification, et il y ajoute la seule pièce que les chapitres de méthode n'avaient pas à produire : l'analyse du financement de l'acheteur, puisque le client fictif est un prêteur hypothécaire. Le lecteur y verra comment une conclusion de valeur se construit, mais aussi comment elle se communique : quelles hypothèses un rapport doit déclarer, quelles limites il doit reconnaître, quelle précision il peut revendiquer, et comment la valeur conclue, une fois rapprochée du prix convenu, détermine le prêt, la prime d'assurance, le paiement et le revenu dont l'acheteur devra justifier.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- définir le mandat d'une évaluation résidentielle pour un prêteur hypothécaire, en distinguer le client, l'usage, le droit évalué, la base de valeur et les hypothèses, conformément aux Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ ;
- rassembler dans une description cohérente le mesurage, la fiche d'inspection, le rôle d'évaluation, le compte de taxes et les droits de mutation d'une propriété ;
- résumer un marché local à la date d'évaluation à partir des statistiques publiées et en tirer l'ajustement de temps du dossier ;
- enchaîner les trois méthodes traditionnelles et une indication hédonique complémentaire sur un même sujet, en reprenant exactement les chiffres des chapitres de méthode ;
- réconcilier les indications en une valeur la plus probable et une fourchette, et en justifier les poids ;

- traduire la valeur conclue en paramètres de financement : mise de fonds minimale, prime d'assurance, paiement, taux admissible minimal, ratios d'amortissement de la dette et liquidités à la signature ;
- rédiger l'extrait de rapport correspondant aux douze éléments de contenu minimal, avec la certification, les limites et la mention des données synthétiques.

Données synthétiques — propriété fictive

Le sujet de ce chapitre n'existe pas. Le « 123, rue des Érables (fictive), secteur Hull, Gatineau », le lot « 1 234 567 » du cadastre, la valeur au rôle de 468 000 $, les 600 ventes du jeu `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv`, le devis `cas1_gatineau_couts.csv` et la fiche d'inspection sont des données *synthétiques*, générées par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine `20261031` et calibrées sur des publications publiques citées au fil du texte (statistiques de l'APCIQ et de la SCHL pour la RMR de Gatineau, rôle d'évaluation et taux de taxation de la Ville de Gatineau, indices de prix de la construction de Statistique Canada, taux hypothécaires de la Banque du Canada). Les relations entre variables sont des hypothèses pédagogiques et non des estimations sur données réelles. Tous les chiffres du dossier sont recalculés par `analysis/python/cases/ch45_dossier.py`, qui n'effectue aucun calcul d'évaluation propre : il importe les fonctions des scripts des chapitres de méthode (`ch16_selection.py`, `ch17_ajustements.py`, `ch18_hedonique.py`, `ch20_reconciliation.py`, `ch21_cout_neuf.py`, `ch24_depreciation.py`, `ch25_terrain.py`, `ch09_ratios.py`, `ch11_inspection.py`, `ch12_mesurage.py`) et n'ajoute que le financement de l'acheteur et les exercices. Le test `test_ch45.py` vérifie qu'aucun chiffre du dossier ne diffère de ceux des chapitres de méthode. Les statistiques de marché citées (APCIQ, SCHL, Ville de Gatineau, Banque du Canada) sont réelles et datées ; elles servent de contexte, non d'intrant au calcul.

45.1 Mandat et étendue de la mission

Le dossier s'ouvre par la définition de ce qui est demandé, par qui et pour quoi. Le client fictif est une institution financière saisie d'une demande de prêt hypothécaire de premier rang par un ménage qui a signé une promesse d'achat sur la propriété. Le prêteur demande une opinion de la **valeur marchande** de la pleine propriété à la date d'évaluation du 1er septembre 2026, ainsi que les éléments qui lui permettront d'apprécier la garantie : état du bâtiment, conformité apparente, taxes, conditions du marché local. L'usage prévu du rapport est la décision de crédit ; l'acheteur n'est pas le client, le vendeur ni le courtier non plus, et le rapport ne leur est pas destiné, ce qui doit être écrit en toutes lettres. La règle 2.3 des Normes de pratique professionnelle exige en effet que tout rapport écrit identifie le client, la fin et le but de l'évaluation, et le Code de déontologie interdit à l'évaluateur d'agir pour plus d'une partie à une même transaction sans divulgation écrite et consentement (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; Québec 2000). Le chapitre 10 a détaillé ces exigences ; nous ne faisons ici que les appliquer.

La base de valeur est la valeur marchande telle que la définissent les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec : le « prix sincère le plus probable, de la vente réelle ou présumée d'un immeuble, à une date donnée, sur un marché libre et ouvert à la concurrence » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), sous les conditions que la norme énumère et que le rapport paraphrase : des parties bien informées de l'état de l'immeuble, des conditions du marché et de l'usage le plus probable ; une exposition suffisante sur le marché ; un paiement comptant ou son équivalent ; un prix épuré de tout financement avantageux ou de toute mesure incitative. Cette définition converge avec celle des Normes internationales d'évaluation (International Valuation Standards Council 2025) et des Normes uniformes de pratique professionnelle en matière d'évaluation au Canada (Appraisal Institute of Canada 2026). Pour un prêteur, la distinction entre cette valeur et trois autres grandeurs structure tout le dossier. Le *prix* convenu dans la promesse d'achat est un fait, pas une valeur ; il peut lui être égal, supérieur ou inférieur, et le prêteur prête sur la moindre des deux. La **valeur au rôle** est une valeur réelle à une autre date (le 1er juillet 2024 pour le rôle fictif du dossier), établie en masse et sans inspection intérieure (chapitre 9). La **valeur d'investissement** propre à l'acheteur, qui dépend de ses besoins, de sa fiscalité et de son horizon, ne regarde pas le prêteur. Enfin, la **valeur d'emprunt** ou valeur de garantie, que certains prêteurs calculent en appliquant une décote prudentielle à la valeur marchande, n'est pas une base de valeur que l'évaluateur conclut : il conclut la valeur marchande, et le prêteur en tire ce qu'il veut.

Le droit évalué est la pleine propriété (Québec 1991, art. 947) de l'immeuble, libre de bail et occupée par le propriétaire-vendeur, qui la livrera libre d'occupation à la signature. Aucune servitude autre que les servitudes d'utilité publique usuelles n'a été portée à la connaissance de l'évaluateur ; le rapport le dit et renvoie au certificat de localisation que le notaire examinera, sans se substituer à lui (chapitre 7). L'étendue du travail couvre l'inspection de la propriété (visite fictive du 1er septembre 2026, intérieur complet, sous-sol, garage, toiture vue du sol et depuis une échelle, extérieur et terrain), le mesurage du bâtiment selon la convention du Manuel d'évaluation foncière du Québec, la consultation du rôle d'évaluation et du compte de taxes, la vérification du zonage auprès du règlement de la Ville, la recherche des ventes comparables dans le jeu de données du dossier, la collecte des indicateurs de marché publiés, puis l'application de la méthode de comparaison et de la méthode du coût, complétées par un modèle hédonique estimé sur les 600 ventes du jeu. La méthode du revenu n'est pas appliquée : une maison unifamiliale occupée par son propriétaire ne se vend pas sur son revenu locatif, et le marché locatif des maisons de ce type à Hull est trop mince pour qu'un multiplicateur de revenu brut soit fiable ; la règle 2.3 des Normes demande que ce rejet soit motivé au rapport.

Les hypothèses et conditions limitatives sont celles du modèle de l'annexe des Normes, adaptées au dossier et reproduites à l'annexe des modèles de rapport de cet ouvrage (section C.5.1) : titres présumés bons et négociables ; aucune contamination recherchée ni détectée ; superficies établies par l'évaluateur selon la convention déclarée ; installations mécaniques présumées fonctionnelles sauf mention contraire ; aucune responsabilité quant aux vices cachés. Une limite à l'étendue du travail doit être signalée dès le mandat, parce qu'elle réapparaîtra dans la description, dans la méthode du coût et dans les exercices : l'inspection a relevé une fissure de retrait au mur de fondation nord-est, accompagnée d'efflorescence et d'un gondolement du plancher flottant, et le drain français n'a pas pu être vérifié par caméra. L'évaluateur ne pose pas d'hypothèse extraordinaire à ce sujet : il traite la fissure

comme un travail curable de colmatage et de correction de la pente, chiffré au chapitre 11, et recommande au prêteur une inspection du drain par un spécialiste avant le déboursement, en indiquant l'incidence que révélerait un drain défaillant. Le chapitre 10 a expliqué pourquoi cette façon de faire (constat, chiffrage du scénario probable, recommandation et incidence) est préférable à une hypothèse extraordinaire silencieuse ; l'exercice 45.7 en mesure l'effet sur la valeur et sur le prêt. Enfin, la date du rapport (31 octobre 2026) est postérieure à la date d'évaluation (1er septembre 2026) : les événements intervenus entre les deux, dont la décision de la Banque du Canada du 28 octobre 2026 et le dépôt du rôle 2027-2029 de Gatineau le 27 octobre 2026, sont mentionnés comme contexte, mais les conditions retenues sont celles de la date d'évaluation.

Tableau 45.1. Fiche du mandat (dossier synthétique).

Élément	Contenu
Client et usage prévu	Institution financière (fictive) ; décision de crédit hypothécaire de premier rang pour l'achat de la propriété
Bien	Maison unifamiliale à étages (cottage), 123, rue des Érables (fictive), secteur Hull, Gatineau ; lot 1 234 567 (fictif) du cadastre du Québec
Droit évalué	Pleine propriété, libre de bail, livrée libre d'occupation
Base de valeur	Valeur marchande, définition des Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ
Date d'évaluation	2026-09-01 ; date de l'inspection 2026-09-01 ; date du rapport 2026-10-31
Méthodes	Comparaison (sélection et grille) ; coût (terrain, coût neuf, dépréciation) ; indication hédonique complémentaire ; méthode du revenu écartée avec motifs
Hypothèses extraordinaires	Aucune ; drain français non vérifié traité comme limite à l'étendue avec recommandation et incidence
Forme du rapport	Rapport narratif complet (règle 2.3 des Normes ; tableau 10.4)
Données	Synthétiques, graine 20261031 ; statistiques de marché réelles citées en contexte

Source : [données synthétiques] dossier fictif ; structure selon Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), règles 1.2 et 2.3.

45.2 Identification et description de la propriété

45.2.1 Localisation, cadastre et zonage

La propriété fictive est située dans le secteur de Hull, à environ 2,1 km du centre-ville, dans un quartier résidentiel de maisons unifamiliales construites pour l'essentiel entre 1975 et 2005, à distance de marche d'une école primaire et d'un parc linéaire, et à quelques minutes en voiture des ponts vers Ottawa. Le lot « 1 234 567 » du cadastre du Québec (numéro fictif) mesure 620 m² selon le relevé du chapitre 12, de forme rectangulaire, en légère pente vers l'arrière, desservi par l'aqueduc et l'égout municipaux. Le zonage est résidentiel de faible densité (habitation unifamiliale isolée), et le bâtiment, son implantation et son garage attenant sont conformes aux marges et au coefficient d'emprise apparents ; aucune dérogation n'a été relevée, et l'évaluateur n'a pas commandé d'opinion juridique

sur la conformité, qui relève du certificat de localisation. Le règlement de zonage de la Ville de Gatineau (Ville de Gatineau 2025b) et le chapitre 8 fournissent le cadre ; la propriété n'est pas située en zone inondable selon les cartes en vigueur (Gouvernement du Québec 2026c), ce qui a été vérifié parce que plusieurs quartiers riverains de Hull et de Gatineau le sont, et parce que le prêteur en fait une condition.

45.2.2 Terrain et bâtiment : le sujet en chiffres

Le tableau 45.2 reprend l'identité du sujet telle que les chapitres de méthode l'ont fixée. Il s'agit d'un cottage à deux étages construit en 1998 (28 ans à la date d'évaluation), de qualité moyenne (3 sur l'échelle de 1 à 5 du jeu de données), de 165 m² de superficie habitable hors sol, avec quatre chambres, deux salles de bain complètes à l'étage et aucune salle d'eau au rez-de-chaussée, un garage simple attenant et un sous-sol entièrement aménagé (salle familiale, chambre d'appoint, rangement). Le revêtement est de brique et de fibrociment ; la toiture en bardeaux d'asphalte a été refaite en 2012 ; les fenêtres en PVC à double vitrage sont d'origine ; le chauffage est électrique, assisté d'une thermopompe centrale installée en 2016 ; le chauffe-eau date de 2019 ; les salles de bain ont été rénovées en 2015 et la peinture intérieure refaite en 2021. La propriété n'a pas de piscine. Sa valeur au rôle fictif 2026-2028 est de 468 000 $.

Tableau 45.2. Identité du sujet (données synthétiques).

Caractéristique	Sujet
Type et année	Cottage à deux étages, 1998 (28 ans) ; qualité 3/5
Superficie habitable hors sol	165 m^2 (convention MEFQ ; tableau 45.3)
Pièces	4 chambres ; 2 salles de bain complètes (étage) ; aucune salle d'eau au rez-de-chaussée
Sous-sol	Pleine hauteur, entièrement aménagé (70 m^2 de surface aménagée)
Garage	Simple, attenant, 22,3 m^2
Terrain	620 m^2, rectangulaire, desservi ; pas de piscine
Enveloppe et mécanique	Brique et fibrociment ; bardeaux 2012 ; fenêtres PVC 1998 ; thermopompe centrale 2016 ; chauffe-eau 2019 ; entrée électrique 200 A
Localisation	Secteur Hull, 2,1 km du centre ; zonage résidentiel unifamilial ; hors zone inondable
Rôle fictif 2026-2028	468 000 $ (référence au marché : 2024-07-01)

Source : [données synthétiques] `data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json` ; fiche d'inspection du chapitre 11.

45.2.3 Mesurage et plan

Le chapitre 12 a mesuré le sujet selon trois conventions et montré que la superficie n'est pas une donnée mais le résultat d'une convention qu'il faut déclarer, puisque les comparables du jeu de données sont exprimés selon la même convention que le sujet (superficie habitable hors sol, mesurée à l'extérieur des murs, excluant le sous-sol et le garage). Le tableau 45.3 reprend les grandeurs utiles au dossier. L'empreinte au sol est de $7{,}92 \times 12{,}00 = 95{,}04\ \text{m}^2$;

l'aire brute des deux étages hors sol, mesurée au nu extérieur, de 190,08 m² ; la superficie habitable retenue pour la comparaison, selon la convention du Manuel d'évaluation foncière, de 165 m² ; la superficie nette intérieure, cloisons déduites, de 159,9 m² ; la superficie habitable incluant les 70 m² aménagés du sous-sol, de 235 m². Ce dernier chiffre n'est utilisé que pour exprimer un prix unitaire alternatif (exercice 45.1) : il ne doit jamais être rapproché d'un prix par mètre carré calculé sur la superficie hors sol, erreur de mélange des conventions que le chapitre 12 a chiffrée. Le plan de mesurage et la comparaison des conventions sont reproduits à la figure 12.3 ; le présent chapitre ne les reprend pas.

Tableau 45.3. Superficies du sujet selon la convention (données synthétiques, chapitre 12).

Grandeur	m²	Usage dans le dossier
Empreinte au sol (7,92 × 12,00 m)	95,04	Coût neuf par m² de dalle (chapitre 21)
Aire brute des étages hors sol (nu extérieur)	190,08	Convention ANSI/brute ; non utilisée pour comparer
Superficie habitable hors sol (convention MEFQ)	165,00	Variable du modèle et des comparables
Superficie nette intérieure (cloisons déduites)	159,94	Information ; non comparable aux ventes
Habitable y compris sous-sol aménagé	235,00	Prix unitaire alternatif (exercice 45.1)
Garage attenant	22,33	Attribut qualitatif (1 place)
Terrain	619,96	Variable du modèle (620 m²)

Source : [données synthétiques] `ch12_mesurage.superficies()` ; plan fictif du chapitre 12.

45.2.4 Inspection : fiche d'état et travaux

Le chapitre 11 a rempli pour ce sujet la fiche d'état de vingt composantes du formulaire de l'annexe des formulaires d'inspection (section B.4), avec pour chacune l'année de pose ou de remplacement, la vie utile de référence, la cote d'état sur l'échelle de 1 (neuf) à 5 (fin de vie) et le constat. Le tableau 45.4 en reprend l'essentiel ; la figure 11.4 en donne la représentation graphique. La lecture de la fiche est celle d'une maison de 28 ans entretenue normalement : les composantes de courte durée ont été renouvelées à leur échéance (toiture, chauffe-eau, thermopompe, peinture, vanités), les composantes d'origine présentent l'usure attendue (fenêtres avec deux thermos embués, armoires de mélamine désajustées, planchers de bois franc à revernir, balcon et entrée asphaltée en fin de vie), et la structure ne montre qu'une fissure de retrait au mur nord-est avec efflorescence, signe d'une infiltration d'humidité qui a aussi gondolé le plancher flottant du sous-sol à cet endroit. L'indice d'état global du chapitre 11, moyenne des cotes pondérée par le coût neuf des composantes, vaut 2,81 ; l'âge effectif de la structure, cote 3 sur une vie de 60 ans, est fixé à 29 ans par la règle de l'équation (11.3), un an de plus que l'âge réel, ce qui traduit l'entretien normal sans amélioration de la structure.

Trois résultats de la fiche entrent dans la suite du dossier. Premièrement, les cinq travaux *curables* immédiatement nécessaires (réfection de l'entrée asphaltée, colmatage de la fissure et correction de la pente, remplacement de deux thermos et calfeutrage, réparation du balcon et de son garde-corps, réfection du solin de cheminée et refixation de la gouttière) totalisent

10 479,98 $ au coût neuf majoré du chapitre 21 ; ils sont déduits dans la méthode du coût à titre de dépréciation physique curable, et le rapport les signale au prêteur comme travaux à prévoir. Deuxièmement, la **dépréciation physique ventilée** par composante, somme des rapports âge effectif sur vie utile appliqués au coût neuf de chaque composante, atteint 221 089,88 $, soit 55,61 % du coût neuf : le chapitre 24 a montré pourquoi ce chiffre, exact comme mesure d'usure, surestime la perte de valeur que le marché reconnaît, et pourquoi il a été écarté au profit de l'extraction de marché. Troisièmement, la fiche signale une *carence fonctionnelle* : l'absence de salle d'eau au rez-de-chaussée, que les acheteurs de cottages de cette gamme attendent aujourd'hui ; le chapitre 24 l'a chiffrée à 7 605,31 $ comme désuétude fonctionnelle curable (coût d'ajout, excédent compris). L'annexe des formulaires reproduit un exemple rempli pour le même sujet (section B.8) dont quelques dates et l'âge effectif diffèrent de la fiche du chapitre 11 ; le dossier suit la fiche du chapitre 11, qui est celle dont les scripts dérivent la dépréciation, et signale l'écart dans son bilan de vérification.

Tableau 45.4. Fiche d'état du sujet : vingt composantes (données synthétiques, chapitre 11).

Composante	Année	Vie (ans)	État	Âge eff.	Coût neuf ($)
Couverture (bardeaux d'asphalte)	2 012	20	3	12,00	10 218
Gouttières et solins	1 998	25	4	23,38	2 077
Fenêtres (PVC, double vitrage)	1 998	30	3	21,50	22 311
Portes extérieures et porte de garage	1 998	30	3	21,50	7 982
Revêtement extérieur (brique et fibrociment)	1 998	40	2	19,00	38 083
Peinture intérieure	2 021	10	2	3,75	8 348
Planchers de bois franc	1 998	40	3	24,00	10 963
Planchers de céramique	1 998	35	2	18,38	4 544
Planchers flottants (sous-sol)	2 009	20	4	16,00	3 703
Armoires de cuisine et comptoirs	1 998	30	3	21,50	23 081
Vanités et accessoires (2 salles de bain)	2 015	25	2	8,62	7 213
Plomberie (cuivre et PEX)	1 998	50	2	20,25	22 215
Chauffe-eau électrique	2 019	12	2	5,00	1 539
Électricité (entrée 200 A, filage cuivre)	1 998	50	2	20,25	22 792
Ventilateur récupérateur de chaleur	1 998	20	4	20,00	7 501
Thermopompe centrale et plinthes	2 016	15	3	8,75	13 945
Balcon et perron	1 998	25	4	23,38	8 751
Entrée asphaltée	1 998	20	5	20,00	3 438
Aménagement paysager	1 998	20	3	19,00	6 251
Structure, fondations, dalle, drain, isolation, cloisons	1 998	60	3	29,00	172 611
Coût neuf total (chapitre 21) ; indice d'état 2,81 ; dépréciation ventilée 221 090 $ (55,61 %)					397 567

Source : [données synthétiques] `ch11_inspection.fiche()` ; coût neuf des composantes = coût direct du devis × (1 + taux d'indirects)(1 + taux d'incitatif) du chapitre 21.

45.2.5 Rôle d'évaluation, taxes et droits de mutation

Le rôle triennal fictif 2026-2028 du dossier inscrit le sujet à 468 000 $, pour une date de référence au marché du 1er juillet 2024, vingt-six mois avant la date d'évaluation (Québec 1979b, art. 46). Le chapitre 9 a reconstitué, à partir des 600 ventes du jeu, l'étude des ratios de ce rôle : la proportion médiane est de 0,924 4 et le facteur comparatif de 1,081 8, ce qui signifie qu'en moyenne les valeurs inscrites sont inférieures d'environ 7,6 % aux prix de la date de référence. Pour le sujet, le chapitre 9 a estimé la valeur réelle au 1er juillet 2024 à 573 000 $ (moyenne de la prédiction hédonique à cette date, 580 375 $, et de l'indication par cinq ventes de référence, arrondie au millier) ; le ratio personnel du sujet, $468\,000/573\,000 = 0{,}817$, est inférieur de 11,6 % à la proportion médiane, de sorte que le sujet est *sous-évalué* au rôle par rapport à ses voisins. La conséquence pratique, détaillée au chapitre 9, est qu'une demande de révision n'aurait aucun intérêt pour le propriétaire : la valeur que le Tribunal inscrirait, $573\,000/1{,}0818 = 529\,681$ $, est supérieure à la valeur inscrite. Pour le prêteur, la leçon est autre : la valeur au rôle ne peut servir ni de plancher ni de plafond à la valeur marchande de 2026, et le rapport doit expliquer pourquoi la conclusion s'en écarte de près de 30 %, écart dont la moitié environ tient à la date de référence et à la sous-évaluation initiale, et le reste à la hausse du marché depuis 2024.

Le compte de taxes 2026 au rôle fictif, calculé au chapitre 9 selon la structure du règlement de taxation de la Ville de Gatineau (Ville de Gatineau 2025a) au taux de voisinage médian de l'annexe du règlement (0,523 2 $ par 100 $, le sujet n'étant rattaché à aucune unité de voisinage réelle), s'établit à 4 076,01 $: 3 517,02 $ de taxes municipales (taxe foncière générale et taxe de voisinage), 178,83 $ de compensations pour services (eau, matières résiduelles) et 380,16 $ de taxe scolaire au taux 2026-2027 de 0,078 99 $ par 100 $ (Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026). Ce montant entre dans l'analyse du financement de la section 45.9, où le prêteur l'ajoute au paiement hypothécaire et au chauffage pour calculer l'amortissement brut de la dette ; il importe donc de le fonder sur le rôle en vigueur à la date de l'achat et non sur une valeur recalculée. Le rôle réel 2027-2029 de Gatineau, déposé le 27 octobre 2026 avec une date de référence au 1er juillet 2025, relève la valeur médiane des unifamiliales de la ville de 454 600 $ à 495 800 $, soit 9,06 %, et celle du secteur de Hull de 7,44 % (Ville de Gatineau 2026d) ; le compte de 2027 dépendra des taux que la Ville adoptera en décembre 2026, et le rapport se borne à signaler que la hausse de la valeur inscrite ne se traduit par une hausse de taxes que dans la mesure où elle excède la hausse moyenne de la catégorie (chapitre 9).

Enfin, l'acheteur acquittera les droits sur les mutations immobilières. La base d'imposition est la plus élevée de la contrepartie fournie, de la contrepartie stipulée et de la valeur marchande, cette dernière étant, aux fins de la loi, la valeur inscrite au rôle multipliée par le facteur comparatif (Québec 1976, art. 1.1 et 2). Le facteur comparatif publié par la Ville de Gatineau pour 2026 est 1,02 (Ville de Gatineau 2026b) ; pour le sujet, $468\,000 \times 1{,}02 = 477\,360$ $ est inférieur au prix, et c'est le prix qui sert de base. La Ville applique depuis le 25 février 2026 un barème à quatre tranches : 0,5 % jusqu'à 62 900 $, 1 % jusqu'à 315 000 $, 1,5 % jusqu'à 500 000 $ et 3 % au-delà (Ville de Gatineau 2026b), les deux dernières tranches étant celles que la loi autorise les municipalités à majorer. Au prix de 605 000 $ que la section 45.9 suppose égal à la valeur conclue, le droit s'écrit

$$\begin{aligned} D &= 0{,}005 \times 62\,900 + 0{,}01 \times (315\,000 - 62\,900) \\ &\quad + 0{,}015 \times (500\,000 - 315\,000) + 0{,}03 \times (605\,000 - 500\,000) = 8\,760{,}50\ \$, \end{aligned} \tag{45.1}$$

contre 7 185,50 $ selon le barème général de la loi (1,5 % au-delà de 315 000 $) : la majoration municipale coûte 1 575 $ à l'acheteur. Ces droits ne font pas partie de la valeur ; ils entrent dans les liquidités que l'acheteur doit réunir à la signature (section 45.9). Le tableau 45.5 rassemble ces éléments.

Tableau 45.5. Rôle, taxes et droits de mutation du sujet (données synthétiques pour le rôle ; barèmes 2026 réels).

Élément	Montant ($)	Source
Valeur au rôle fictif 2026-2028 (réf. 2024-07-01)	468 000,00	chapitre 9
Valeur réelle du sujet au 2024-07-01 (ch. 9)	573 000,00	section 9.7
Valeur qu'inscrirait une révision (573 000/1,0818)	529 681,00	équation (9.3)
Taxes municipales 2026 (générale + voisinage médian)	3 517,02	équation (9.10)
Compensations pour services 2026	178,83	équation (9.10)
Taxe scolaire 2026-2027 (0,07899 $/100 $)	380,16	Centre de services scolaire des Hautes-Rivières (2026)
Compte de taxes total 2026	4 076,01	chapitre 9
Base des droits de mutation ($\max(605\,000; 468\,000 \times 1{,}02)$)	605 000,00	Québec (1976)
Droits de mutation Gatineau 2026 (équation (45.1))	8 760,50	Ville de Gatineau (2026b)
Droits selon le barème général de la loi	7 185,50	Québec (1976)

Source : [données synthétiques] `ch09_ratios.py` (rôle fictif, étude des ratios) ; `ch45_dossier.py` (droits à 605 000 $) ; barèmes de la Ville de Gatineau et taux de la taxe scolaire vérifiés (registre du chapitre).

45.3 Le marché à la date d'évaluation

La règle 1.2 des Normes demande une analyse des forces du marché qui agissent sur la valeur du sujet ; pour une maison unifamiliale, elle tient en une page, mais elle doit être datée et sourcée, parce que c'est d'elle que découlent l'ajustement de temps des comparables et l'appréciation du délai d'exposition. Le tableau 45.6 rassemble les indicateurs publics disponibles à la date de rédaction pour la région métropolitaine de recensement de Gatineau et le secteur de Hull.

Trois lectures s'imposent. Premièrement, le marché de la RMR de Gatineau au troisième trimestre de 2026 est en léger repli de prix sur un an (−3 % pour l'unifamiliale, −5 % pour le secteur de Hull) avec un volume de ventes soutenu et un délai de vente court ; le rapport entre inscriptions en vigueur et ventes trimestrielles, d'environ 2,2, décrit un marché équilibré, loin de la pénurie de 2021-2022 (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026c ; Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e). Deuxièmement, les sources ne mesurent pas la même chose : la médiane de l'APCIQ porte sur les ventes par courtier d'un trimestre, celle de JLR sur les actes publiés au registre foncier d'un mois, et la médiane du rôle sur la valeur inscrite de toutes les unifamiliales à une date de référence antérieure de quatorze mois ; le chapitre 13 a expliqué pourquoi ces médianes diffèrent de plusieurs dizaines de milliers de dollars sans qu'aucune soit fausse. Troisièmement, le sujet se situe au-dessus de la médiane de son secteur : à 605 000 $, la valeur conclue excède d'environ 27 % la médiane des unifamiliales de Hull, ce qui est cohérent avec un cottage de 165 m² avec garage et sous-sol fini, plus grand et plus récent que la maison

Tableau 45.6. Indicateurs du marché résidentiel de Gatineau disponibles à la date de rédaction (données réelles, citées en contexte).

Indicateur	Valeur	Source
Prix médian unifamiliale, RMR Gatineau, T3 2026	480 000 $ (−3 % a/a)	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026c)
Ventes et inscriptions en vigueur, RMR, T3 2026	1 044 ventes ; 2 256 inscriptions	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026c)
Délai de vente moyen, unifamiliale, T3 2026	34 jours	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026c)
Prix médian par secteur, T3 2026	Hull 475 000 (−5 %) ; Aylmer 530 000 ; Gatineau 464 900 ; Buckingham–Masson-Angers 395 000	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026c)
Prix médian unifamiliale, août 2026 (actes publiés)	522 741 $; prix/évaluation 111 %	JLR (2026b)
Taux d'inoccupation locatif, RMR, oct. 2025 ; loyer moyen 2 ch.	3,8 % ; 1 460 $	Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025a)
Rôle 2027-2029 (réf. 2025-07-01), médiane unifamiliale	454 600 → 495 800 $ (+9,06 %) ; Hull +7,44 %	Ville de Gatineau (2026d)
Taux directeur de la Banque du Canada	2,25 % (date d'évaluation) ; décision du 28 oct. 2026	Banque du Canada (2026a)
Taux des fonds avancés, prêts assurés à taux fixe ≥ 5 ans, août 2026	4,12 % (non assurés : 4,58 %)	Banque du Canada (2026b)
Taux affiché 5 ans ; obligations du Canada 5 ans	6,19 % ; 3,58 %	Banque du Canada (2026c)
Inflation (IPC Québec, 12 mois)	+3,1 %	Statistique Canada (2026b)
Tendance du jeu synthétique (modèle du chapitre 18)	+0,364 %/mois ≈ +4,46 %/an	[données synthétiques]

Source : statistiques publiées, consultées le 2026-10-31 (registre du chapitre) ; la dernière ligne est synthétique.

médiane du secteur, mais oblige à vérifier que les comparables retenus appartiennent bien à ce segment (section 45.5).

Le jeu de données synthétique a sa propre dynamique, qu'il faut distinguer du marché réel : le modèle hédonique du chapitre 18, estimé sur les 600 ventes de janvier 2023 à août 2026, donne un coefficient de tendance de 0,364 % par mois, soit 4,46 % par an en composé, proche de la croissance de 4,43 % inscrite dans la loi de génération. C'est cet ajustement de temps, et non la variation réelle de l'APCIQ, qui a servi à ramener les prix des comparables à la date d'évaluation au chapitre 17 ; le rapport doit dire d'où vient l'ajustement de temps et sur quelle période il a été mesuré. Pour un comparable vendu m mois avant la date d'évaluation, le prix rajusté est

$$P_{\text{rajusté}} = P \times (1 + g)^{m}, \qquad g = 0{,}364\,\% \text{ par mois}, \tag{45.2}$$

ce qui, pour le comparable le plus ancien de la grille (G0404, vendu seize mois avant la date d'évaluation), représente 28 733 $, le plus gros ajustement de temps du dossier. Les conditions de financement, enfin, comptent pour le prêteur et pour l'interprétation du prix : à la date d'évaluation, les prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus étaient avancés à 4,12 % en moyenne (Banque du Canada 2026b), le taux affiché de cinq ans était de 6,19 % et le rendement des obligations du Canada à cinq ans de 3,58 % (Banque du Canada 2026c) ; la décision de la Banque du Canada du 28 octobre 2026 (Banque du Canada 2026a) est postérieure à la date d'évaluation et n'est mentionnée qu'en contexte. Aucun des cinq comparables n'a été vendu avec un financement du vendeur ou une mesure incitative identifiable dans les données ; aucun ajustement de conditions de financement n'est donc requis (chapitre 17).

45.4 Usage le meilleur et le plus profitable

L'analyse de l'usage le meilleur et le plus profitable est brève pour une maison unifamiliale dans un quartier homogène, mais elle doit être faite et écrite, parce que la valeur marchande est définie par référence à cet usage et parce que les méthodes qui suivent le présupposent (chapitre 41). Les quatre tests s'appliquent d'abord au terrain comme s'il était vacant : l'usage résidentiel unifamilial isolé est le seul que le zonage autorise (*légalement permis*) ; un lot de 620 m² desservi, rectangulaire et en légère pente, se prête à la construction d'une maison de la taille du sujet (*physiquement possible*) ; le marché des terrains du secteur, examiné au chapitre 25, montre une demande pour des lots de ce type à des prix de l'ordre de 277 000 $ (*financièrement faisable*) ; et aucun usage alternatif permis ne produirait une valeur résiduelle supérieure (*maximalement productif*). L'usage le meilleur et le plus profitable du terrain vacant est donc la construction d'une maison unifamiliale, et celui de la propriété améliorée est la continuation de l'usage actuel : la contribution du bâtiment à la valeur, mesurée par la méthode du coût à 302 501 $ (section 45.6), est très supérieure au coût de démolition, de sorte que la question de la démolition ne se pose pas. Ce constat conditionne la méthode du coût (le terrain est évalué à son usage le meilleur, qui coïncide avec l'usage actuel, sans désuétude externe ni ajustement d'usage) et la méthode de comparaison (les comparables doivent être des maisons dont l'usage le meilleur est, lui aussi, la continuation de l'usage résidentiel). Le chapitre 41 a traité les cas où cette conclusion n'est pas évidente, notamment les terrains de valeur élevée où la maison existante n'est plus qu'une valeur intérimaire ; ce n'est pas le cas ici.

45.5 Méthode de comparaison

45.5.1 Sélection des comparables

Le chapitre 16 a construit la sélection des comparables du sujet à partir des 600 ventes du jeu synthétique (janvier 2023 à août 2026, cinq secteurs de Gatineau) par un entonnoir de filtres puis un classement par distance d'attributs ; le tableau 45.7 en rappelle les étapes et le tableau 45.8 les cinq ventes retenues. Le filtre temporel (vente dans les dix-huit mois précédant la date d'évaluation) ramène les candidats de 600 à 236 ; le rayon de trois kilomètres autour du sujet, à 40 ; la restriction au même type (cottage à étages), à 27 ; la fenêtre de superficie de ±25 % autour de 165 m², à 16. Ces seize candidats sont ensuite classés par la distance d'attributs pondérée de l'équation (16.8), et les cinq premiers sont retenus : G0574, G0404, G0468, G0477 et G0575, tous du secteur de Hull, vendus entre mai 2025 et juin 2026, de 146 m² à 187 m², construits entre 1996 et 2013, à des prix de 506 500 $ à 624 500 $. La figure 45.1 les situe autour du sujet avec les onze autres candidats. Le chapitre 16 a montré que l'indication brute par le prix médian au mètre carré des cinq comparables, $3\,340\ \$/\text{m}^2 \times 165 = 551\,029\ \$$, n'est qu'un repère : elle ignore l'âge, la qualité, le garage et le sous-sol, et c'est la grille d'ajustements qui donne l'indication.

Tableau 45.7. Entonnoir de sélection (données synthétiques, chapitre 16).

Filtre	Candidats restants
Ventes du jeu (janvier 2023 à août 2026, cinq secteurs)	600
Vente dans les 18 mois précédant le 1er septembre 2026	236
Rayon de 3 km autour du sujet	40
Même type (cottage à étages)	27
Superficie habitable entre 124 et 206 m² (±25 %)	16
Classement par distance d'attributs ; cinq premiers retenus	5

Source : [données synthétiques] `ch16_selection.selectionner()` ; critères du tableau 16.5.

Tableau 45.8. Les cinq comparables retenus (données synthétiques, chapitre 16).

Vente	Date	Hab. (m²)	Terr. (m²)	Année	Qual.	Gar.	S.-s.	Dist. (km)	Mois	Prix ($)	$/m²
Sujet	2026-09-01	165	620	1 998	3	1	1	0,00	0,0	—	—
G0574	2026-06-22	149	592	1 996	4	0	0	0,79	2,3	598 000	4 013
G0404	2025-05-27	160	538	2 003	3	1	1	0,76	15,2	506 500	3 166
G0468	2025-09-27	187	586	1 999	4	1	1	1,78	11,1	624 500	3 340
G0477	2025-11-02	146	452	2 002	4	1	1	2,38	10,0	538 000	3 685
G0575	2026-06-23	156	333	2 013	2	0	1	2,34	2,3	513 500	3 292

Source : [données synthétiques] `data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv` ; « Mois » = mois écoulés entre la vente et la date d'évaluation ; tous du secteur Hull, aucun avec piscine.

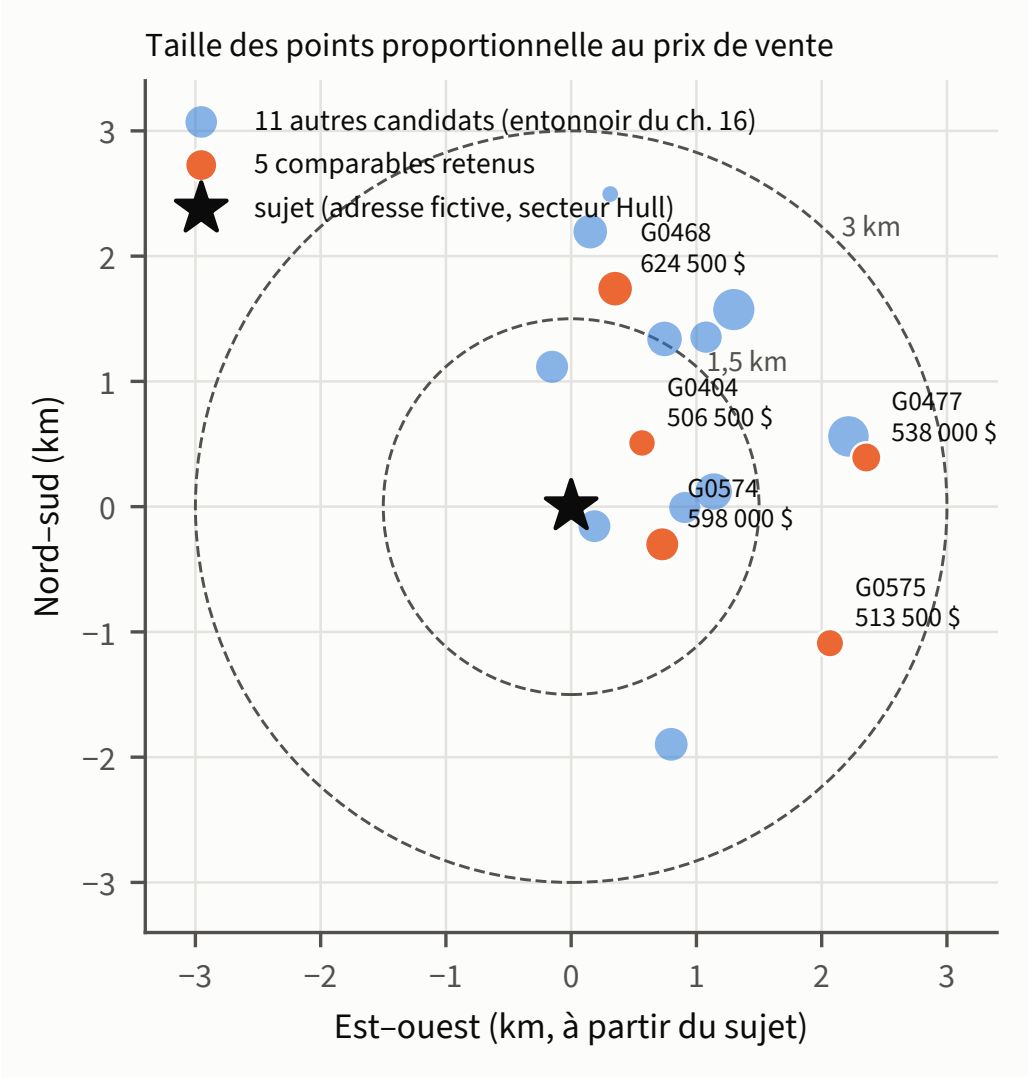


Figure 45.1. Carte des seize candidats de l'entonnoir du chapitre 16 autour du sujet (projection locale en kilomètres), les cinq comparables retenus en couleur pleine avec leur prix de vente ; les cercles marquent 1,5 et 3 km. Les coordonnées sont synthétiques.

Source : [données synthétiques] script analysis/python/figures/ch45_figures.py, graine 20261031.

45.5.2 Grille d'ajustements

Le chapitre 17 a construit la grille complète à partir des prix implicites du modèle hédonique du chapitre 18 appliqués en cascade multiplicative : pour chaque comparable, le prix est d'abord ramené à la date d'évaluation (équation (45.2)), puis ajusté successivement pour la superficie habitable, le terrain, l'âge, la qualité, le garage et le sous-sol, chaque ajustement étant calculé sur la base déjà ajustée (équation (17.13)). Aucun ajustement de localisation n'est requis, les cinq comparables étant du même secteur et à moins de 3 km du centre comme le sujet ; aucun pour la piscine ni pour le type, identiques. Le tableau 45.9 reproduit la grille du tableau 17.5 en dollars ; la figure 45.2 en donne la lecture graphique.

Tableau 45.9. Grille d'ajustements des cinq comparables, en dollars (données synthétiques, chapitre 17).

Élément	G0574	G0404	G0468	G0477	G0575
Prix de vente	598 000	506 500	624 500	538 000	513 500
Conditions du marché (temps)	5 092	28 733	25 803	19 825	4 311
Superficie habitable	34 089	8 953	−42 430	38 028	15 896
Terrain	2 764	7 279	3 220	17 901	31 993
Âge	4 578	−10 242	−2 223	−9 072	−33 052
Qualité	−38 190	0	−36 078	−35 829	33 549
Garage	19 988	0	0	0	18 665
Sous-sol aménagé	13 925	0	0	0	0
Prix ajusté	640 247	541 222	572 793	568 853	584 862
Ajustement brut (% du prix)	19,8	10,9	17,6	22,4	26,8
Ajustement net (% du prix)	7,1	6,9	−8,3	5,7	13,9
Poids (inverse du brut)	0,179	0,327	0,202	0,159	0,133
Résidu du modèle à la vente (%)	0,7	−14,9	−9,9	−10,5	−8,0

Source : [données synthétiques] `traite.cas1.ajustements_hedoniques()` et `ch17_ajustements.reconcilier()` ; cascade multiplicative des prix implicites du chapitre 18, graine 20261031.

Les prix ajustés s'établissent à 640 247 $, 541 222 $, 572 793 $, 568 853 $ et 584 862 $; leur moyenne simple est de 581 595 $, leur médiane de 572 793 $. Le chapitre 17 les pondère par l'inverse de l'ajustement brut (équation (17.17)), règle qui donne plus de poids au comparable le moins ajusté :

$$w_j = \frac{1/b_j}{\sum_{k=1}^{5} 1/b_k}, \qquad b_j = \frac{\sum_{\ell} |A_{j\ell}|}{P_j}, \tag{45.3}$$

où $A_{j\ell}$ est l'ajustement de l'élément ℓ du comparable j et P_j son prix de vente ; les poids valent 0,179, 0,327, 0,202, 0,159 et 0,133, G0404 (brut 10,9 %) pesant le plus et G0575 (brut 26,8 %) le moins. La valeur pondérée est

$$\hat{V}_{\text{comp}} = \sum_{j=1}^{5} w_j \hat{P}_j = 575\,565\ \$, \tag{45.4}$$

que le dossier retient comme indication par la méthode de comparaison. Deux lectures la qualifient. D'une part, les bruts vont de 10,9 % à 26,8 % : le repère d'usage qui veut qu'un

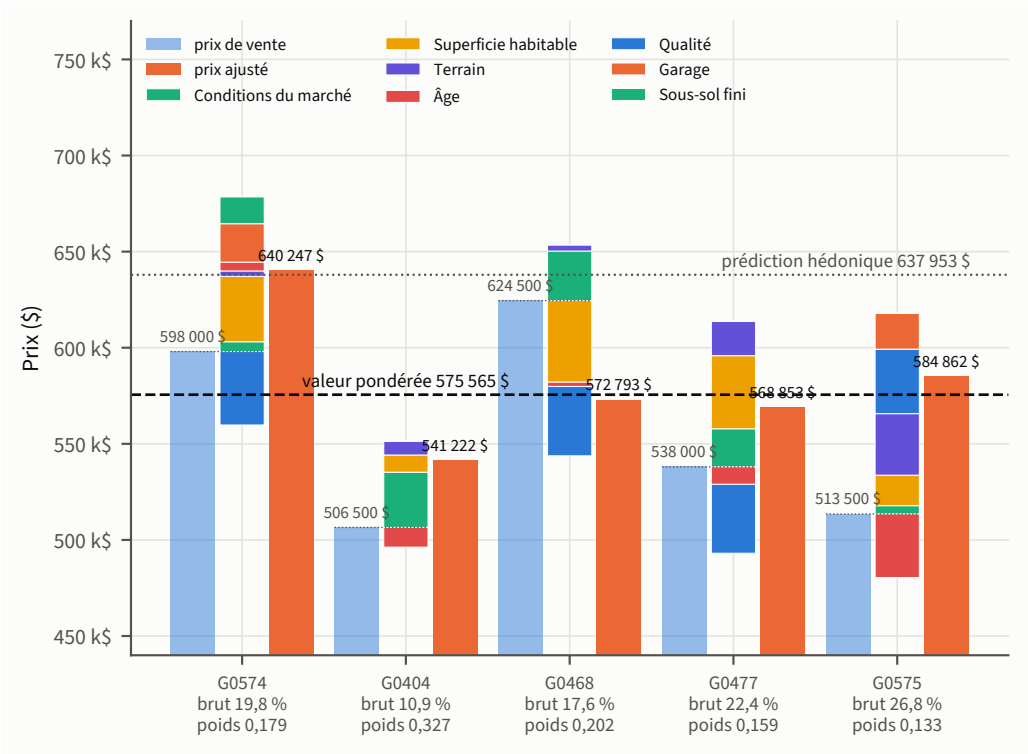


FIGURE 45.2. Cascade des ajustements pour chaque comparable : prix de vente (gauche), ajustements empilés par élément à partir du prix de vente (centre, positifs vers le haut, négatifs vers le bas), prix ajusté (droite) ; lignes horizontales : valeur pondérée par comparaison et prédiction hédonique du sujet. Sous chaque comparable, l'ajustement brut et le poids inverse du brut.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script analysis/python/figures/ch45_figures.py.

comparable dont le brut dépasse 25 % soit traité avec prudence n'est franchi que par G0575, le plus récent (2013) et le moins bien classé en qualité, dont les ajustements d'âge (−33 052 $) et de qualité (+33 549 $) se compensent presque ; il est conservé avec le poids le plus faible. D'autre part, la dernière ligne du tableau 45.9 fait apparaître ce que le chapitre 17 a appelé la lecture par les résidus : quatre des cinq comparables se sont vendus de 8 à 15 % *en dessous* du prix que le modèle hédonique prédisait pour eux, et le cinquième au prix prédit. La proposition 17.2 a établi que, dans une cascade multiplicative fondée sur les prix implicites du modèle, chaque prix ajusté est exactement la prédiction du modèle pour le sujet multipliée par le facteur résiduel du comparable, $\hat{P}_j = \exp(\mathbf{x}_s^{\mathsf{T}}\hat{\beta})\exp(\hat{e}_j)$; la moyenne des cinq facteurs résiduels, $1 - 0{,}0853$, explique donc entièrement l'écart entre la moyenne des prix ajustés et la prédiction hédonique de 637 953 $. Le chapitre 20 a vérifié que les onze autres candidats de l'entonnoir ne se sont vendus que 1,7 % sous leur prix prédit et que l'élargissement de la sélection à seize candidats porte la valeur pondérée à 604 689 $: la sélection par distance d'attributs a, par hasard ou par un effet de voisinage que le modèle ne capte pas, retenu des ventes à prix bas. Le dossier ne corrige pas la grille, qui est conforme à la méthode, mais il consigne ce diagnostic parce qu'il justifiera la pondération de la section 45.8. Le chapitre 17 a également vérifié, par la méthode des paires, que les prix implicites du garage (17 155 $ au modèle contre 7 991 $ par quinze paires) et du sous-sol (10 394 $ contre 23 623 $ par quatorze paires) sont du bon ordre de grandeur, les paires étant trop dispersées pour les remplacer.

45.6 Méthode du coût

La méthode du coût réunit trois chapitres : la valeur du terrain (chapitre 25), le coût neuf du bâtiment (chapitre 21) et la dépréciation (chapitre 24). L'identité de base est celle de l'équation (21.1) :

$$\hat{V}_{\text{coût}} = V_L + \big(C_N - D_{\text{phys}} - D_{\text{fonc}} - D_{\text{ext}}\big), \tag{45.5}$$

où le terme entre parenthèses est la contribution du bâtiment déprécié. Le tableau 45.10 en rassemble les composantes, et la figure 45.3 en donne la représentation.

45.6.1 Valeur du terrain

Le chapitre 25 a évalué le terrain du sujet, lot desservi de 620 m² dans un quartier bâti où les terrains vacants sont rares, par trois voies qui convergent. La comparaison directe avec cinq terrains vacants synthétiques du secteur (T059, T004, T030, T038, T049), ajustés pour le temps, la superficie et la façade selon une grille semblable à celle des maisons (tableau 25.3), donne une valeur pondérée de 267 388 $, avec un écart-type pondéré de 16 085 $; la prédiction du modèle hédonique des terrains, 253 412 $, en est l'équivalent statistique. L'allocation, qui applique au prix des maisons comparables la part médiane du terrain observée dans les ventes du secteur (48,2 %), donne 280 412 $. L'extraction, qui retranche du prix rajusté de chaque vente récente de Hull le coût neuf déprécié de son bâtiment selon une règle âge-vie à soixante ans, donne une médiane de 276 954 $ sur treize ventes de dix ans ou moins (équation (25.7)), soit une part du terrain de 50,5 %. Le chapitre 24, qui avait besoin de cette valeur avant le chapitre 25, a retenu l'extraction arrondie, 277 000 $ (447 $/m²), et le chapitre 25 l'a confirmée : elle se situe à 0,60 écart-type pondéré de la comparaison directe et à 1,2 % de l'allocation, au centre d'une fourchette de 240 000 $ à 285 000 $ que l'exercice 45.6 parcourt. Le dossier retient donc $V_L = 277\,000$ $, en signalant que la comparaison directe

repose sur un jeu de terrains synthétique calibré avant la livraison du chapitre 24, et que l'écart de 3,5 % est documenté plutôt qu'effacé.

45.6.2 Coût neuf

Le chapitre 21 a établi le coût neuf de remplacement du bâtiment à partir d'un devis synthétique par postes (`cas1_gatineau_couts.csv`) : 298 826,17 $ de coûts directs (fondations et site, structure et charpente, enveloppe, finition intérieure, mécanique et électricité, aménagements extérieurs), 62 598,68 $ de coûts indirects (honoraires, permis, financement intermédiaire, assurances, frais généraux et profit de l'entrepreneur, soit 20,95 % des directs) et un incitatif de l'entrepreneur-promoteur de 10 % sur la somme des deux, 36 142,49 $, pour un total

$$C_N = 298\,826{,}17 \times (1 + 0{,}2095)(1 + 0{,}10) = 397\,567{,}33\,\$, \tag{45.6}$$

soit 2 410 $ par mètre carré habitable ou 2 092 $ par mètre carré d'aire brute hors sol. Le chapitre 21 a discuté la distinction entre coût de reproduction et coût de remplacement (c'est ce dernier qui est retenu : un bâtiment d'utilité équivalente aux normes de 2026, non la copie du bâtiment de 1998), la légitimité de l'incitatif (il correspond au profit qu'un promoteur exigerait pour construire, que le marché des maisons neuves du secteur rémunère) et l'indexation par l'indice des prix de la construction de bâtiments résidentiels de Statistique Canada (Statistique Canada 2026e), qui n'est pas nécessaire ici puisque le devis est daté de la date d'évaluation. La grille de sensibilité du tableau 21.7 montre qu'un écart de ±5 points sur le taux d'indirects ou d'incitatif déplace C_N d'environ ±17 000 $, ordre de grandeur qu'il faut garder en mémoire au moment de pondérer.

45.6.3 Dépréciation

Le chapitre 24 a mesuré la dépréciation du bâtiment par deux lectures et en a retenu une. La lecture *ventilée*, issue de la fiche d'inspection, additionne les dépréciations composante par composante : 10 479,98 $ de travaux curables, 130 584,55 $ de dépréciation des composantes de courte durée, 80 025,35 $ de dépréciation de la structure (29 ans d'âge effectif sur 60), pour un total de 221 089,88 $, soit 55,61 % du coût neuf, et une valeur par le coût de 445 872 $. La lecture par **extraction de marché** ajuste, sur les ventes récentes du secteur, le profil de la dépréciation totale observée (prix rajusté moins terrain, rapporté au coût neuf) en fonction de l'âge, $\hat{\delta}(a) = 0{,}0107 + 0{,}00891\,a - 0{,}0000514\,a^2$ (équation (24.15)), et lit ce profil à l'âge du sujet : $\hat{\delta}(28) = 22{,}00\,\%$, soit 87 461,05 $. À cette dépréciation physique et fonctionnelle incurable reconnue par le marché s'ajoute la désuétude fonctionnelle curable de la salle d'eau manquante, 7 605,31 $ (coût d'ajout de 16 000 $ moins le coût qu'aurait eu la salle d'eau si elle avait été construite d'origine, 8 394,69 $; équation (24.9)), dont le marché ne tient pas compte dans le profil parce que les comparables récents en sont pourvus. Aucune désuétude externe n'est retenue : l'usage le meilleur coïncide avec l'usage actuel et le quartier ne subit aucune nuisance identifiée. La dépréciation totale retenue est donc de 95 066,36 $, soit 23,91 % de C_N, et la contribution du bâtiment de 302 500,97 $.

Le chapitre 24 a expliqué pourquoi la lecture ventilée est écartée malgré sa précision apparente : elle mesure l'usure physique de chaque composante, mais le marché ne déprécie pas une maison de 28 ans bien entretenue de 56 % de son coût neuf ; l'extraction, qui ne mesure que ce que les acheteurs déduisent effectivement, la situe à 22 %, et le profil d'âge du modèle hédonique du chapitre 18, converti en dépréciation du bâtiment, à 18,65 %. L'écart

de 133 629 $ entre les deux lectures est le résultat le plus pédagogique du cas 1 : il montre que la dépréciation est une grandeur de marché et non une grandeur technique, et que la fiche d'inspection sert à décrire l'état et à chiffrer les travaux curables, non à additionner des pertes de valeur. Les cinq travaux curables, notons-le, ne sont pas déduits une seconde fois : ils font partie des 22 % extraits, puisque les ventes d'où provient le profil comportaient elles aussi leur lot de petites réparations à faire ; le tableau 24.6 recense les doubles comptages de ce type. La valeur par le coût s'établit à

$$\hat{V}_{\text{coût}} = 277\,000 + (397\,567{,}33 - 87\,461{,}05 - 7\,605{,}31) = 579\,500{,}97\,\$ \approx 580\,000\,\$. \tag{45.7}$$

Le chapitre 20 a chiffré son incertitude par bootstrap des ventes d'extraction et par variantes de spécification du profil : écart-type de 23 695 $, le plus élevé des trois indications, parce que le profil d'âge est estimé sur treize à vingt ventes et que la valeur du terrain, elle-même extraite, en dépend. Il a aussi montré que l'accord presque parfait entre le coût (579 501 $) et la comparaison (575 565 $) n'est pas une confirmation indépendante : l'extraction aligne par construction le coût déprécié sur les prix observés du marché, et ces prix sont ceux-là mêmes dont les comparables sont tirés.

Tableau 45.10. Méthode du coût : composantes et indication (données synthétiques, chapitre 21, chapitre 24 et chapitre 25).

Composante	Montant ($)	% de C_N
Valeur du terrain V_L (extraction, confirmée par le chapitre 25)	277 000,00	—
comparaison directe de terrains vacants	267 388,00	—
allocation (48,2 % × 581 595 $)	280 412,00	—
prédiction hédonique du marché des terrains	253 412,00	—
Coûts directs D	298 826,17	75,16
Coûts indirects I (20,95 % de D)	62 598,68	15,75
Incitatif de l'entrepreneur E (10 % de $D + I$)	36 142,49	9,09
Coût neuf de remplacement C_N	397 567,33	100,00
Dépréciation extraite du marché à 28 ans (profil quadratique)	−87 461,05	−22,00
Désuétude fonctionnelle curable (salle d'eau)	−7 605,31	−1,91
Désuétude externe	0,00	0,00
Contribution du bâtiment déprécié	302 500,97	76,09
Indication par le coût (équation (45.7))	579 500,97	—
Indication arrondie	580 000,00	—
Pour mémoire : dépréciation ventilée par composante (écartée)	−221 089,88	−55,61
Pour mémoire : valeur par le coût avec la dépréciation ventilée	445 872,14	—

Source : [données synthétiques] `ch21_cout_neuf.cout_neuf_sujet()`, `ch24_depreciation.main()`, `ch25_terrain.comparaison()` et `extraction_recente_ch24()`, graine 20261031.

45.7 Indication hédonique

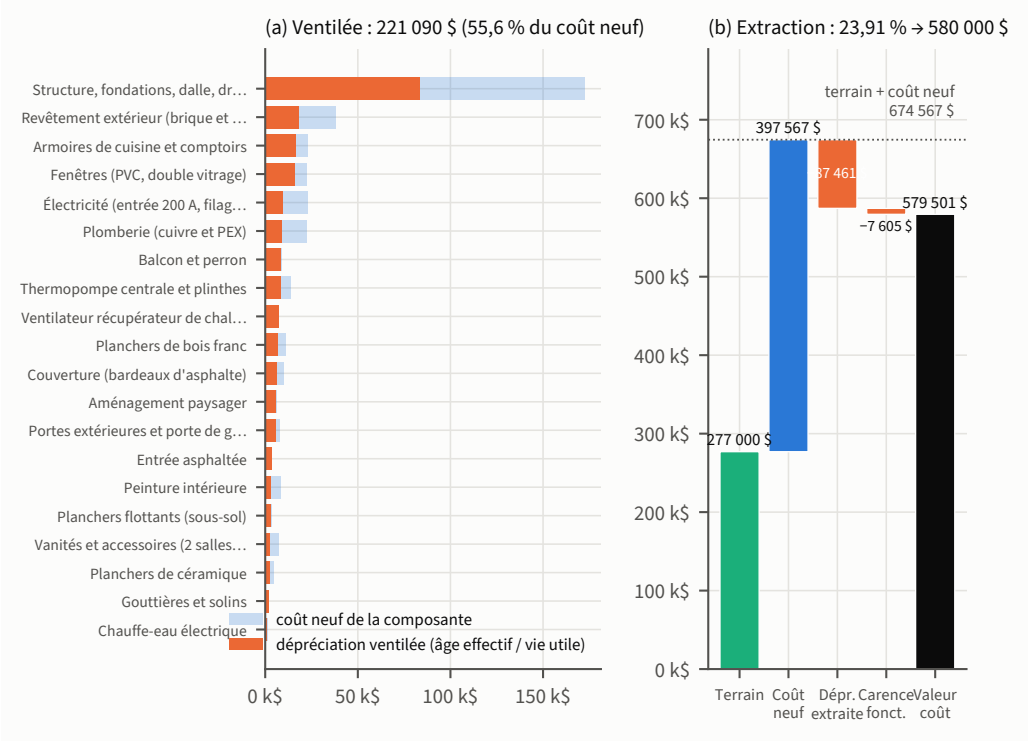


FIGURE 45.3. (a) Profil de dépréciation par composante selon la fiche d'inspection du chapitre 11 : coût neuf de chaque composante (clair) et dépréciation ventilée (foncé), dont le total de 221 090 $ est écarté ; (b) décomposition de l'indication par le coût retenue : terrain, coût neuf, dépréciation extraite du marché à 28 ans, désuétude fonctionnelle de la salle d'eau, valeur.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script analysis/python/figures/ch45_figures.py.

45.7.1 Modèle et prédiction

Le chapitre 18 a estimé sur les 600 ventes du jeu le modèle semi-logarithmique de référence,

$$\ln P_i = \alpha + \beta_S \ln \frac{S_i}{140} + \beta_T \ln \frac{T_i}{560} + \beta_1 a_i + \beta_2 \frac{a_i^2}{100} + \gamma^\top \mathbf{q}_i + \delta^\top \mathbf{d}_i + \tau\, m_i + \varepsilon_i, \tag{45.8}$$

où S et T sont les superficies habitable et de terrain, a l'âge, $\mathbf{q}$ les attributs qualitatifs (qualité centrée sur 3, garage, sous-sol fini, piscine, type à étages, distance au centre au-delà de trois kilomètres), $\mathbf{d}$ les indicatrices de secteur (Hull en référence) et m le nombre de mois depuis la date de référence du rôle. Le tableau 45.11 reprend les coefficients utiles au sujet. Le modèle explique 85 % de la variance des logarithmes de prix (R^2 ajusté 0,849) avec un écart-type résiduel de 0,083, soit environ 8 % du prix ; l'élasticité de la superficie est de 0,539, celle du terrain de 0,094 ; un échelon de qualité vaut 6,3 %, le garage 3,3 %, le sous-sol fini 2,2 %, un cottage à étages 3,1 % de plus qu'un plain-pied, et la tendance est de 0,36 % par mois. Les diagnostics du chapitre 18 (hétéroscédasticité, facteurs d'inflation de la variance, distances de Cook, autocorrélation spatiale des résidus par le I de Moran) n'ont révélé aucun défaut de spécification que les variantes (linéaire, log-log, Box–Cox, indicatrices trimestrielles) corrigeraient.

Tableau 45.11. Modèle hédonique de référence : coefficients utiles au sujet (données synthétiques, chapitre 18).

Variable	Coefficient	É.-t. HC1	t	Sujet
Constante	13,207 4	0,013 8	959,32	—
$\ln(S/140)$	0,539 1	0,012 7	42,44	$S = 165$
$\ln(T/560)$	0,093 7	0,011 0	8,54	$T = 620$
Âge	−0,005 1	0,000 6	−9,10	28
Âge^2/100	0,002 6	0,000 6	4,14	7.84
Qualité (centrée sur 3)	0,061 1	0,004 2	14,44	0
Garage (places)	0,032 4	0,005 0	6,47	1
Sous-sol fini	0,022 0	0,006 9	3,18	1
Piscine	0,026 3	0,008 4	3,12	0
À étages	0,030 1	0,006 9	4,38	1
Distance au centre au-delà de 3 km	−0,003 6	0,002 7	−1,35	0
Mois depuis 2024-07-01	0,003 6	0,000 3	13,48	26

$n = 600$; $R^2 = 0{,}853$; R^2 ajusté $= 0{,}849$; $\hat\sigma = 0{,}0830$; indicatrices de secteur omises (Hull en référence).

Source : [données synthétiques] `traite.cas1.hedonique()` ; erreurs-types robustes HC1 (équation (18.10)).

Pour le sujet, la prédiction en logarithme vaut $\mathbf{x}_s^\top \hat\beta = 13{,}3627$, soit 635 821 $ en retransformation naïve ; la correction de Duan (équation (18.15)), moyenne des exponentielles des résidus, $\hat\delta = 1{,}00335$, donne la prédiction retenue

$$\hat V_{\text{héd}} = \exp(\mathbf{x}_s^\top \hat\beta) \times \hat\delta = 637\,953\ \$. \tag{45.9}$$

Deux intervalles l'accompagnent, que le rapport doit distinguer avec soin (chapitre 20). L'**intervalle de confiance** de la valeur, qui ne tient compte que de l'incertitude d'estimation des coefficients ($\mathbf{x}_s^\top \hat{\mathbf{V}} \mathbf{x}_s = 0{,}00010$), va de 625 586 $ à 650 596 $, soit ±2 % ; c'est la précision

avec laquelle le modèle situe la valeur *moyenne* d'une maison comme le sujet. L'**intervalle de prédiction** du prix, qui y ajoute la variance résiduelle $\hat{\sigma}^2$, va de 539 682 $ à 749 087 $ à 95 % et de 571 192 $ à 707 764 $ à 80 % (équation (18.16)) ; c'est la dispersion des prix auxquels le sujet pourrait effectivement se vendre, et il est huit fois plus large. L'un et l'autre sont communiqués sous leur nom ; ni l'un ni l'autre n'est la fourchette de valeur conclue.

45.7.2 Statut de l'indication dans le rapport

Le modèle hédonique n'est pas une méthode traditionnelle d'évaluation au sens des Normes de pratique professionnelle, qui énumèrent la comparaison, le coût et le revenu ; c'est un outil statistique de la méthode de comparaison, dont il généralise la grille à l'ensemble du marché, et c'est sous ce statut que le dossier l'utilise. Son rôle est triple. Il fournit les prix implicites qui alimentent la grille de la section 45.5, ce qui rend les ajustements traçables et reproductibles. Il fournit une indication complémentaire, fondée sur 600 ventes plutôt que sur cinq, qui n'est pas exposée au hasard de la sélection des comparables mais qui l'est, en revanche, aux erreurs de spécification et à l'hétérogénéité que les indicatrices de secteur ne captent pas. Et il fournit les intervalles qui permettent de qualifier la précision de la conclusion. Le rapport le présente donc dans une section distincte intitulée « Analyse statistique complémentaire », après les méthodes traditionnelles, en décrivant la spécification, l'échantillon, les diagnostics et les deux intervalles, et en précisant que la pondération finale de la section 45.8 lui attribue un poids, ce qu'un prêteur peut accepter si l'évaluateur l'explique, et ce qu'il doit pouvoir contester s'il préfère s'en tenir aux méthodes traditionnelles. La règle 2.3 des Normes n'interdit pas d'en faire usage ; elle exige que la méthode soit décrite, que les données le soient aussi et que le raisonnement de réconciliation soit exposé (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Les Normes internationales d'évaluation vont dans le même sens lorsqu'elles rangent les modèles d'évaluation automatisés parmi les outils que l'évaluateur peut utiliser à condition d'en comprendre et d'en divulguer les limites (International Valuation Standards Council 2025). La littérature citée au chapitre 18 (Rosen (1974) pour le fondement, Malpezzi (2003) pour la pratique, Sirmans et al. (2005) pour la revue des coefficients) permet au lecteur d'en apprécier la portée.

45.8 Réconciliation et conclusion de valeur

45.8.1 Les trois indications et leur incertitude

Le dossier dispose de trois indications : 575 565 $ par comparaison, 579 501 $ par le coût et 637 953 $ par le modèle hédonique. Le chapitre 20 a attribué à chacune un écart-type et a mesuré leurs corrélations par un bootstrap conjoint sur les 600 ventes (tableau 45.12). L'incertitude de la comparaison, 18 385 $, tient presque entièrement au tirage des seize candidats dont les cinq comparables sont issus (98 % de la variance) et très peu à celle des prix implicites ; celle du modèle hédonique, 11 462 $, combine l'erreur d'estimation (6 531 $) et un terme de spécification mesuré sur les variantes du chapitre 18 (9 420 $) ; celle du coût, 23 695 $, vient du profil d'extraction estimé sur peu de ventes et de la valeur du terrain qui en dépend. Les corrélations sont faibles entre la comparaison et le modèle (0,088) et entre la comparaison et le coût (0,018), modérée entre le coût et le modèle (0,225), parce que l'extraction du terrain et le profil d'âge utilisent la tendance du modèle pour rajuster les prix.

Tableau 45.12. Indications, écarts-types attribués et corrélations (données synthétiques, chapitre 20).

Indication	Valeur ($)	É.-t. ($)	Source de l'écart-type
Comparaison (section 45.5)	575 565	18 385	bootstrap conjoint des candidats et des ajustements
Hédonique (section 45.7)	637 953	11 462	estimation (6 531) et spécification (9 420)
Coût (section 45.6)	579 501	23 695	bootstrap de l'extraction (23 575) et variantes du profil (2 377)

Corrélations bootstrap : comparaison–hédonique 0,088 ; coût–hédonique 0,225 ; coût–comparaison 0,018.

Source : [données synthétiques] `ch20_reconciliation.tout()`, $B = 2\,000$ réplications, graine 20261031.

45.8.2 Pondération

La valeur réconciliée est une combinaison linéaire des indications,

$$\hat{V} = w_c \hat{V}_{\text{comp}} + w_h \hat{V}_{\text{héd}} + w_k \hat{V}_{\text{coût}}, \qquad w_c + w_h + w_k = 1, \tag{45.10}$$

dont la variance, pour des indications corrélées, s'écrit (équation (20.2))

$$\operatorname{Var}(\hat{V}) = \mathbf{w}^{\top} \Sigma \, \mathbf{w}, \qquad \Sigma_{jk} = \rho_{jk} \, s_j s_k. \tag{45.11}$$

Le tableau 45.13 compare six schémas de poids. Les poids qui minimisent la variance (moindres carrés généralisés, 0,248/0,655/0,097) donnent 616 823 $; l'inverse de la variance sous indépendance, 614 579 $; la moyenne simple, 597 673 $. Le chapitre 20 a retenu des poids *raisonnés* de 0,40 pour la comparaison, 0,45 pour le modèle et 0,15 pour le coût, et le dossier les reprend, avec la justification que le rapport doit reproduire. La comparaison reçoit un poids élevé parce qu'elle est la méthode que le marché des maisons unifamiliales reconnaît, que ses comparables sont récents, proches et du même type, et que ses ajustements sont modérés ; mais elle n'en reçoit pas davantage parce que le diagnostic des résidus a montré que la sélection a retenu des ventes à prix bas, et que l'élargissement à seize candidats déplace l'indication de près de 30 000 $. Le modèle reçoit le poids le plus élevé parce que son incertitude est la plus faible, qu'il s'appuie sur l'ensemble du marché et que ses diagnostics sont satisfaisants ; mais il n'en reçoit pas autant que la variance minimale le voudrait, parce que l'écart-type de spécification ne capture pas tout ce qu'un modèle peut ignorer d'un bien particulier (état intérieur, finition, exposition), et parce qu'un prêteur attend que la méthode traditionnelle pèse au moins autant qu'un outil statistique. Le coût reçoit un poids faible parce que son incertitude est la plus grande et que son accord avec la comparaison n'est pas indépendant ; il n'est pas nul parce que l'indication est crédible et qu'elle encadre la conclusion par le bas. La combinaison raisonnée vaut

$$\hat{V} = 0{,}40 \times 575\,565 + 0{,}45 \times 637\,953 + 0{,}15 \times 579\,501 = 604\,230 \text{ \$}, \tag{45.12}$$

avec un écart-type de 10 450 $ par l'équation (45.11).

45.8.3 Valeur la plus probable et fourchette

La valeur la plus probable est la combinaison raisonnée arrondie au pas de 5 000 $, pas inférieur à la moitié de l'écart-type comme le recommande l'équation (20.11) : 605 000 $. La

Tableau 45.13. Six schémas de pondération (données synthétiques, chapitre 20).

Schéma	w_c	w_h	w_k	Valeur ($)	É.-t. ($)
Comparaison seule	1,000	0,000	0,000	575 565	18 385
Hédonique seule	0,000	1,000	0,000	637 953	11 462
Égale (un tiers chacune)	0,333	0,333	0,333	597 673	11 577
Inverse de la variance (indépendance)	0,240	0,616	0,144	614 579	9 892
Variance minimale avec corrélations (MCG)	0,248	0,655	0,097	616 823	9 829
Raisonnée (retenue)	0,400	0,450	0,150	604 230	10 450

Source : [données synthétiques] `ch20_reconciliation.combinaison()` ; équation (45.11) avec la matrice Σ du tableau 45.12.

fourchette de valeur communiquée est l'encadrement par les indications crédibles, arrondi vers l'extérieur : de 575 000 $ (comparaison) à 640 000 $ (modèle), soit une largeur de 10,7 % de la conclusion. Le chapitre 20 a justifié ce choix contre l'alternative d'une bande bootstrap de la combinaison à poids fixés (590 000 $ à 625 000 $ à 90 %) : celle-ci mesure la précision de la combinaison *si les poids sont les bons*, et elle ne contient pas l'incertitude de la réconciliation elle-même ; la fourchette par encadrement, elle, dit au lecteur que des méthodes légitimes conduisent à des valeurs comprises entre ces bornes, ce qui est l'information dont un prêteur a besoin. Le rapport communique donc trois choses sous trois noms : la valeur la plus probable, 605 000 $; la fourchette de valeur, 575 000 $ à 640 000 $; et, à titre d'information statistique, l'intervalle de prédiction du prix du modèle, 539 682 $ à 749 087 $, qui décrit la dispersion des prix de transaction et non l'incertitude de la valeur. La figure 45.4 superpose ces grandeurs, le rôle fictif et la valeur réelle de 2024.

Le lecteur qui dispose du générateur de données peut aller plus loin que l'évaluateur : le chapitre 20 a calculé l'espérance du prix du sujet selon la loi de génération, 641 159 $ (±0,7 %). La conclusion de 605 000 $ la sous-estime de 5,6 %, la comparaison de 10,2 %, le coût de 9,6 %, le modèle de 0,5 % seulement. Ce résultat ne doit pas être lu comme une leçon en faveur du modèle : dans un jeu synthétique généré par un modèle semi-logarithmique, le modèle semi-logarithmique est avantagé par construction, et un marché réel réserve au modèle des erreurs de spécification que le générateur ne contient pas. Il doit être lu comme une leçon sur la fourchette : la vérité de génération est dans la fourchette communiquée et hors de la bande bootstrap, ce qui est exactement la raison pour laquelle la fourchette par encadrement a été préférée. Le rapport n'a évidemment pas accès à cette vérité ; le manuel, si, et il s'en sert pour enseigner.

45.8.4 Rapprochements

Trois rapprochements complètent la conclusion. La valeur conclue rapportée à la valeur au rôle fictif, 605 000/468 000 = 1,293, est à comparer au rapport médian prix sur évaluation de 111 % observé par JLR en août 2026 pour les unifamiliales de Gatineau (JLR 2026b) : l'écart tient à la sous-évaluation initiale du sujet au rôle (11,6 % sous la proportion médiane, section 45.2) et à la hausse du marché depuis la date de référence ; le rapport l'explique plutôt que de le laisser au prêteur. La valeur conclue rapportée à la valeur réelle estimée au 1er juillet 2024 (573 000 $) représente une hausse de 5,6 % en vingt-six mois, inférieure à la tendance du jeu (4,46 % par an, soit 9,9 % sur la période) : la différence vient de ce que la

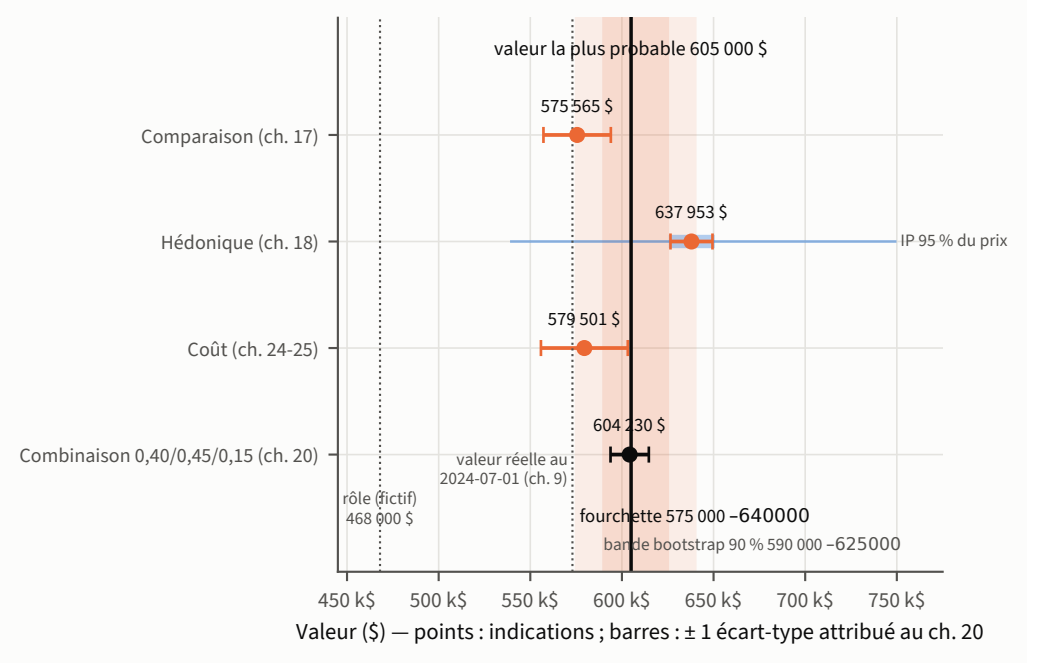


FIGURE 45.4. Indications de valeur et leur écart-type attribué (points et barres), intervalles de confiance et de prédiction du modèle hédonique (trait épais et trait fin), combinaison raisonnée, valeur la plus probable (trait vertical), fourchette de valeur conclue (bande claire) et bande bootstrap à 90 % de la combinaison (bande foncée) ; en pointillé, la valeur au rôle fictif et la valeur réelle au 1er juillet 2024 du chapitre 9.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script analysis/python/figures/ch45_figures.py.

valeur de 2024 avait été établie au chapitre 9 en pondérant à parts égales le modèle et cinq ventes de référence, alors que la conclusion de 2026 pondère davantage la comparaison, dont les comparables sont à prix bas ; le rapport n'a pas à concilier deux exercices différents, mais le manuel doit signaler que l'écart est un artefact de pondération et non un mouvement de marché. Enfin, la valeur conclue au mètre carré habitable, 3 667 $, se situe au-dessus du prix médian au mètre carré des cinq comparables (3 340 $) et de l'indication brute du chapitre 16 (551 029 $, de 9,8 %) : c'est la contribution du garage, du sous-sol fini, du terrain plus grand et de l'âge intermédiaire du sujet que l'indication brute ignore (exercice 45.1).

Le paragraphe de conclusion du rapport

« Après avoir appliqué la méthode de comparaison (indication de 575 565 $ sur cinq ventes récentes de cottages du secteur de Hull, ajustées au moyen des prix implicites d'un modèle statistique estimé sur 600 ventes), la méthode du coût (indication de 580 000 $: terrain de 277 000 $, coût neuf de remplacement de 397 567 $, dépréciation de 23,9 % extraite du marché) et une analyse statistique complémentaire (prédiction de 637 953 $, intervalle de confiance de la valeur de 625 586 à 650 596 $), l'évaluateur a pondéré ces indications à raison de 40 %, 15 % et 45 % respectivement, pour les motifs exposés à la section précédente. La valeur marchande la plus probable de la pleine propriété, au 1er septembre 2026, est estimée à SIX CENT CINQ MILLE DOLLARS (605 000 $). Compte tenu de la dispersion des indications et de l'incertitude propre à chaque méthode, l'évaluateur considère qu'une valeur comprise entre 575 000 $ et 640 000 $ serait raisonnablement soutenable. Cette conclusion est sujette aux hypothèses et conditions limitatives énoncées à la section 2 et à la recommandation relative au drain français formulée à la section 5. »

45.9 Financement de l'acheteur

Le prêteur qui a commandé le rapport ne s'intéresse pas à la valeur pour elle-même : il veut savoir ce qu'il peut prêter, à quelles conditions, et si l'acheteur pourra payer. Cette section n'est pas une partie du rapport d'évaluation, dont le périmètre s'arrête à la valeur ; elle est la suite que lui donne le prêteur, et le manuel la développe parce que l'évaluateur doit comprendre l'usage qui sera fait de sa conclusion. Le prix convenu dans la promesse d'achat est supposé égal à la valeur la plus probable, 605 000 $; l'exercice 45.4 examine ce qui se passe lorsque la valeur retenue par le prêteur est inférieure au prix. Les règles de financement citées sont celles en vigueur à la date d'évaluation et leurs sources sont données au registre du chapitre ; elles changent fréquemment et le lecteur doit les revérifier.

45.9.1 Mise de fonds minimale et assurance prêt hypothécaire

Au Canada, un prêt hypothécaire résidentiel dont le rapport prêt-valeur dépasse 80 % doit être assuré contre le défaut, par la SCHL ou par un assureur privé agréé. La **mise de fonds minimale** pour un prêt assuré est de 5 % de la première tranche de 500 000 $ du prix et de 10 % de la portion qui excède 500 000 $, pour un prix inférieur à 1 500 000 $, plafond porté de 1 000 000 $ à ce niveau le 15 décembre 2024 (Ministère des Finances Canada

2024) ; au-delà du plafond, la mise de fonds doit atteindre 20 %. Pour le sujet,

$$M_{\min} = 0{,}05 \times 500\,000 + 0{,}10 \times (605\,000 - 500\,000) = 35\,500\,\$, \tag{45.13}$$

soit 5,87 % du prix, et le prêt de base est de $605\,000 - 35\,500 = 569\,500\,\$$, pour un rapport prêt-valeur de 94,13 %. La prime d'assurance de la SCHL pour un propriétaire-occupant dépend de ce rapport selon un barème par tranches : 0,60 % jusqu'à 65 %, 1,70 % jusqu'à 75 %, 2,40 % jusqu'à 80 %, 2,80 % jusqu'à 85 %, 3,10 % jusqu'à 90 % et 4,00 % de 90,01 à 95 %, avec un taux de 4,50 % lorsque la mise de fonds provient d'une source non traditionnelle (barème « SCHL Achat », Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026c ; Canada Mortgage and Housing Corporation 2018b ; les barèmes des assureurs privés sont semblables mais non identiques). Au rapport de 94,13 %, la prime est de

$$\Pi = 0{,}04 \times 569\,500 = 22\,780\,\$, \tag{45.14}$$

que l'emprunteur peut ajouter au capital du prêt, ce que presque tous font : le prêt assuré devient $569\,500 + 22\,780 = 592\,280\,\$$, soit 97,9 % du prix. La SCHL précise que la prime est assujettie à la taxe de vente provinciale au Québec, en Ontario et en Saskatchewan, et que cette taxe ne peut pas être ajoutée au prêt : elle est payable comptant à la signature. Le taux de la taxe québécoise sur les primes d'assurance est de 9 % selon des sources secondaires concordantes, mais la source primaire (Revenu Québec, Loi sur la taxe de vente du Québec) n'a pu être consultée à la date de rédaction ; le dossier l'applique comme hypothèse déclarée, soit 2 050,20 $, et le signale dans ses limites. Le tableau 45.14 compare ce scénario à deux variantes : une mise de fonds de 10 % (60 500 $, prime de 3,10 % sur 544 500 $, soit 16 879,50 $) et une mise de fonds de 20 % (121 000 $, prêt conventionnel non assuré de 484 000 $, sans prime). L'amortissement maximal d'un prêt assuré est de 25 ans ; un amortissement de 30 ans est offert depuis le 15 décembre 2024 aux premiers acheteurs et aux acheteurs de constructions neuves (Ministère des Finances Canada 2024), et la dernière colonne du tableau montre ce qu'il changerait si l'acheteur y était admissible.

45.9.2 Taux, paiement et taux admissible minimal

Le taux retenu pour le prêt assuré est le taux moyen des fonds avancés pour les prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus en août 2026, 4,12 % (Banque du Canada 2026b), et pour le prêt non assuré le taux correspondant de 4,58 % ; ce sont des moyennes de marché, non des offres, et un emprunteur précis obtiendra un taux différent. Au Canada, l'intérêt d'un prêt hypothécaire à taux fixe est calculé semestriellement et non à l'avance, de sorte que le taux mensuel équivalent est $r = (1 + i/2)^{1/6} - 1$ (chapitre 31) ; le paiement mensuel d'un prêt L amorti sur n mois est

$$p = L\,\frac{r}{1 - (1+r)^{-n}}, \qquad r = \left(1 + \frac{0{,}0412}{2}\right)^{1/6} - 1 = 0{,}003406, \tag{45.15}$$

soit, pour $L = 592\,280\,\$$ et $n = 300$, $p = 3\,154{,}16\,\$$ par mois, ou 37 849,94 $ par an, une constante hypothécaire de 6,391 %. La première année, 23 936,50 $ vont aux intérêts et 13 913,44 $ au capital ; au terme de cinq ans, le solde est de 516 675,31 $. Pour se qualifier, l'emprunteur doit toutefois démontrer qu'il pourrait payer à un taux plus élevé : le **taux admissible minimal** est le plus élevé du taux du contrat majoré de 2 points et de 5,25 %, règle que le Bureau du surintendant des institutions financières impose aux prêts non assurés

par sa ligne directrice B-20 (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b ; Bureau du surintendant des institutions financières 2017) et que le ministère des Finances impose aux prêts assurés (Ministère des Finances du Canada 2023), règle que la SCHL reprend dans ses critères d'admissibilité :

$$i_q = \max(i + 0{,}02;\ 0{,}0525) = \max(0{,}0612;\ 0{,}0525) = 6{,}12\,\%. \tag{45.16}$$

Au taux de qualification, le paiement calculé sur le même prêt et le même amortissement est de 3 831,80 $ par mois, soit 21,5 % de plus que le paiement réel ; c'est sur ce paiement que les ratios d'amortissement de la dette sont calculés.

45.9.3 Ratios d'amortissement de la dette et revenu requis

La SCHL limite le **ratio d'amortissement brut de la dette** (ABD) à 39 % et le **ratio d'amortissement total de la dette** (ATD) à 44 % du revenu brut du ménage (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026c ; Canada Mortgage and Housing Corporation 2018a). L'ABD rapporte au revenu la somme du paiement hypothécaire au taux de qualification, des taxes foncières et scolaires, des frais de chauffage et, le cas échéant, de la moitié des charges de copropriété ; l'ATD y ajoute les autres obligations de crédit. Pour le sujet, les taxes sont celles du compte de 2026, 4 076,01 $; le chauffage est une hypothèse déclarée de 2 400 $ par an (le prêteur utilise une norme interne ou la facture réelle) ; et les autres dettes sont supposées de 500 $ par mois (hypothèse pédagogique). Le revenu brut minimal selon chaque ratio est

$$\begin{aligned} Y_{\text{ABD}} &= \frac{12\,p_q + T + H}{0{,}39} = \frac{45\,981{,}55 + 4\,076{,}01 + 2\,400}{0{,}39} = 134\,507\,\$, \\ Y_{\text{ATD}} &= \frac{12\,p_q + T + H + 6\,000}{0{,}44} = 132\,858\,\$, \end{aligned} \tag{45.17}$$

et la contrainte liante est l'ABD : le ménage doit justifier d'un revenu brut d'au moins 134 507 $ pour acheter le sujet avec la mise de fonds minimale. Avec 10 % de mise de fonds, le revenu requis descend à 128 355 $; avec 20 %, à 117 412 $, où l'ATD devient liant parce que le paiement a baissé mais pas les autres dettes. Avec 30 ans d'amortissement et la mise de fonds minimale, il descend à 126 376 $. Ces chiffres situent l'acheteur type du sujet dans le quart supérieur de la distribution des revenus des ménages de Gatineau, ce qui est cohérent avec un prix supérieur de 27 % à la médiane du secteur.

45.9.4 Liquidités à la signature et risque de renouvellement

Les liquidités que l'acheteur doit réunir ne se limitent pas à la mise de fonds. Avec la mise minimale, il lui faut 35 500 $ de mise de fonds, 8 760,50 $ de droits de mutation (équation (45.1)), 2 050,20 $ de taxe sur la prime, soit 46 310,70 $, auxquels s'ajoutent les honoraires du notaire, le coût de l'inspection préachat, les frais d'évaluation que le prêteur lui refacture parfois, les ajustements de taxes au prorata et les frais de déménagement, non chiffrés ici. Avec 20 % de mise de fonds, les liquidités requises atteignent 129 760,50 $, soit presque trois fois plus, en échange d'un paiement mensuel inférieur de 453,78 $ et de l'économie de la prime : le exercice 45.3 compare les deux choix. Le second risque que le prêteur examine est celui du renouvellement. Le terme de cinq ans s'achève avec un solde

Tableau 45.14. Financement de l'acheteur selon la mise de fonds (prix supposé égal à la valeur la plus probable ; taux d'août 2026 ; dossier synthétique).

Élément	Mise min. 25 ans	10 % 25 ans	20 % 25 ans	Mise min. 30 ans
Prix	605 000,00	605 000,00	605 000,00	605 000,00
Mise de fonds ($)	35 500,00	60 500,00	121 000,00	35 500,00
Mise de fonds (% du prix)	5,87	10,00	20,00	5,87
Prêt de base	569 500,00	544 500,00	484 000,00	569 500,00
Rapport prêt-valeur (%)	94,13	90,00	80,00	94,13
Taux de prime SCHL (%)	4,00	3,10	0,00	4,00
Prime (ajoutée au prêt)	22 780,00	16 879,50	0,00	22 780,00
Taxe québécoise sur la prime (9 %, hypothèse ; payée comptant)	2 050,20	1 519,15	0,00	2 050,20
Prêt total	592 280,00	561 379,50	484 000,00	592 280,00
Taux du contrat (%)	4,12	4,12	4,58	4,12
Paiement mensuel	3 154,16	2 989,60	2 700,38	2 856,76
Service de la dette annuel	37 849,94	35 875,22	32 404,52	34 281,14
Intérêts de la première année	23 936,50	22 687,68	21 738,63	24 004,08
Solde après 60 mois	516 675,31	489 719,27	425 495,38	536 435,14
Taux admissible minimal (%)	6,12	6,12	6,58	6,12
Paiement au taux admissible	3 831,80	3 631,88	3 265,45	3 567,56
Revenu brut minimal selon l'ABD (39 %)	134 507	128 355	117 081	126 376
Revenu brut minimal selon l'ATD (44 %)	132 858	127 406	117 412	125 652
Liquidités à la signature (mise + droits + taxe sur la prime)	46 310,70	70 779,65	129 760,50	46 310,70

Source : [données synthétiques] `ch45_dossier.financement()` avec `traite.finance.Hypotheque` ; taux : Banque du Canada (2026b) ; barème de primes et ratios : SCHL (registre du chapitre) ; taxes : tableau 45.5 ; chauffage 2 400 $ et autres dettes 500 $/mois : hypothèses pédagogiques ; frais de notaire, d'inspection et d'évaluation exclus des liquidités.

de 516 675,31 $ à refinancer sur les 240 mois restants à un taux inconnu ; le tableau 45.15 et la figure 45.5 montrent qu'une hausse de 100 points de base porte le paiement à 3 428,76 $ (+8,7 %), de 200 points à 3 714,57 $ (+17,8 %) et de 300 points à 4 010,94 $ (+27,2 %). Le taux admissible minimal de 6,12 % auquel l'acheteur a été qualifié couvre une hausse de 200 points : c'est précisément la fonction de la règle du taux admissible, et le tableau montre qu'à 300 points le paiement dépasse de 4,7 % celui sur lequel la qualification a été faite.

Tableau 45.15. Renouvellement au terme de cinq ans (mise de fonds minimale, 25 ans ; solde refinancé sur 240 mois ; dossier synthétique).

Hausse (pb)	Taux (%)	Solde ($)	Paiement ($/mois)	Variation (%)	Revenu min. ABD ($)
0	4,12	516 675,31	3 154,16	0,0	113 656
100	5,12	516 675,31	3 428,76	8,7	122 105
200	6,12	516 675,31	3 714,57	17,8	130 900
300	7,12	516 675,31	4 010,94	27,2	140 019

Source : [données synthétiques] `ch45_dossier.renouvellement()` ; le revenu minimal au renouvellement est calculé au taux du contrat renouvelé (il n'y a pas de taux de qualification distinct dans ce calcul) avec les taxes et le chauffage de 2026.

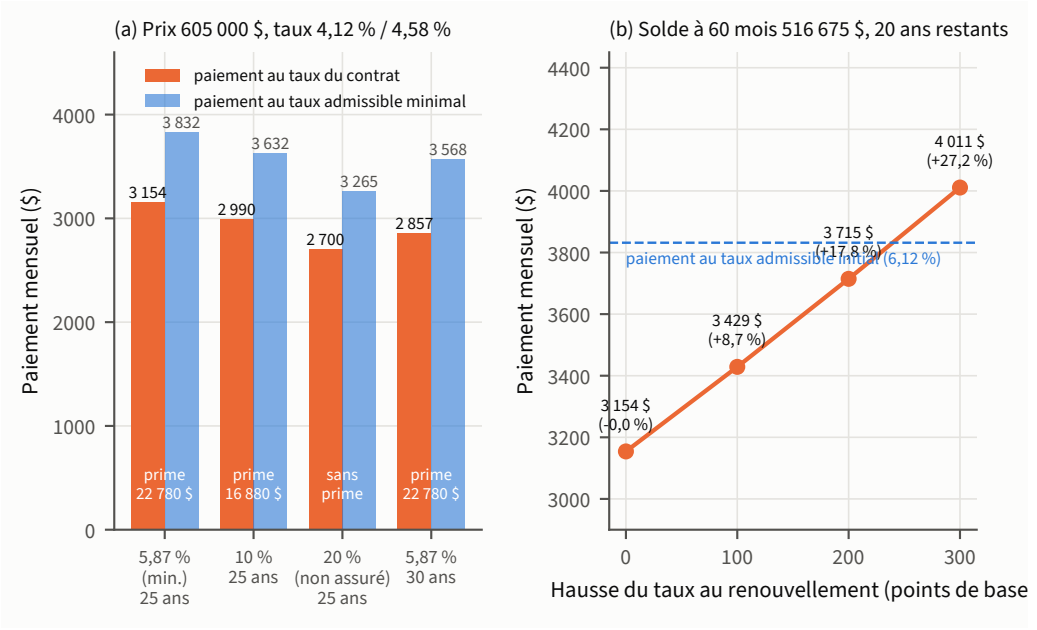


Figure 45.5. (a) Paiement mensuel au taux du contrat et au taux admissible minimal selon la mise de fonds et l'amortissement, avec la prime d'assurance ajoutée au prêt ; (b) paiement au renouvellement du terme de cinq ans selon la hausse du taux, comparé au paiement de qualification initial.
Source : [données synthétiques] script analysis/python/figures/ch45_figures.py.

45.9.5 Quand la valeur du prêteur est inférieure au prix

Le prêteur prête sur la moindre du prix et de la valeur ; si son évaluateur, ou son service de crédit appliquant une décote, retient une valeur inférieure au prix convenu, le prêt maximal assuré est de 95 % de cette valeur et l'acheteur doit combler la différence. Le tableau 45.16 applique cette règle aux bornes de la fourchette : à 575 000 $, le prêt maximal est de 546 250 $, la mise de fonds requise de 58 750 $ et le supplément à trouver de 23 250 $ par rapport à la mise minimale ; à 640 000 $, rien ne change, parce que c'est le prix qui est la moindre des deux grandeurs. C'est la raison pour laquelle la fourchette de valeur intéresse le prêteur autant que la valeur la plus probable : la borne basse mesure le risque que l'acheteur ne puisse pas clore la transaction, et la borne haute la marge de sécurité de la garantie.

Tableau 45.16. Prêt maximal et mise de fonds requise selon la valeur retenue par le prêteur (prix de 605 000 $; dossier synthétique).

Valeur du prêteur ($)	Base du prêt ($)	Prêt max. à 95 % ($)	Mise requise ($)	Supplément ($)
575 000	575 000	546 250	58 750	23 250
605 000	605 000	574 750	35 500	0
640 000	605 000	574 750	35 500	0

Source : [données synthétiques] `ch45_dossier.valeur_d_emprunt()` ; base = min(prix ; valeur) ; mise requise = max(prix − prêt max. ; mise minimale réglementaire).

45.10 Le rapport : extrait structuré

La règle 2.3 des Normes de pratique professionnelle énumère douze éléments que tout rapport écrit doit contenir (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; le chapitre 10 les a commentés (tableau 10.4) et l'annexe des modèles de rapport en donne le plan narratif complet (section C.2) et la liste de contrôle (tableau C.4). Le tableau 45.17 indique, pour chacun, la section du présent dossier qui y répond et ce que la rédaction doit retenir. Quatre points appellent un commentaire.

La certification. Le rapport se clôt par l'attestation de l'évaluateur, dont l'annexe reproduit le libellé type (section C.5.4) et que le dossier paraphrase ainsi : l'évaluateur certifie que les énoncés de fait du rapport sont, à sa connaissance, exacts ; que les analyses et conclusions sont les siennes, limitées seulement par les hypothèses et conditions énoncées ; qu'il n'a aucun intérêt présent ou futur dans la propriété ni envers les parties ; que sa rémunération ne dépend pas de la valeur conclue ni d'un résultat favorable au client ; qu'il a inspecté personnellement la propriété à la date indiquée ; que personne d'autre n'a fourni d'aide professionnelle significative, ou que les personnes qui l'ont fait sont nommées ; et que le rapport a été préparé conformément aux Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ et au Code de déontologie. La signature engage la responsabilité professionnelle de l'évaluateur (section 10.7), et le rapport est conservé selon le règlement sur la tenue des dossiers (Québec 2026f).

Les limites. Trois limites doivent figurer en toutes lettres. La première est celle du drain français, déjà discutée : le rapport la formule comme une recommandation d'inspection spécialisée avant déboursement, et il indique l'incidence qu'un remplacement complet aurait sur la valeur (exercice 45.7). La deuxième est celle de l'ajustement de temps et de la sélection

Tableau 45.17. Les douze éléments du contenu minimal du rapport (règle 2.3) et leur réponse dans le dossier.

Élément (règle 2.3)	Section	Contenu retenu
1. Client, fin et but	section 45.1	Prêteur fictif ; décision de crédit ; valeur marchande pour garantie hypothécaire
2. Identification du bien et droit évalué	section 45.2	Adresse et lot fictifs ; pleine propriété libre de bail
3. Base de valeur et définition	section 45.1	Valeur marchande des NPP, citée et paraphrasée ; distinction prix, rôle, valeur d'emprunt
4. Date d'évaluation et date du rapport	section 45.1	2026-09-01 ; 2026-10-31 ; événements postérieurs en contexte
5. Étendue du travail	section 45.1	Inspection complète ; mesurage MEFQ ; rôle et taxes ; 600 ventes ; trois méthodes et analyse statistique
6. Hypothèses et conditions limitatives	section 45.1	Modèle de l'annexe ; drain non vérifié : limite, recommandation, incidence
7. Hypothèses extraordinaires	section 45.1	Aucune ; la mention « aucune » est écrite
8. Description du bien et du marché	section 45.2, section 45.3	Fiche, mesurage, inspection, fiscalité ; indicateurs APCIQ, SCHL, rôle, taux
9. Usage le meilleur et le plus profitable	section 45.4	Terrain vacant et propriété améliorée ; quatre tests ; continuation de l'usage
10. Méthodes, données et raisonnement	section 45.5 à section 45.7	Sélection, grille, coût, modèle ; méthode du revenu écartée avec motifs
11. Réconciliation et conclusion	section 45.8	Poids 0,40/0,45/0,15 justifiés ; 605 000 $; fourchette 575 000 à 640 000 $; intervalles nommés
12. Certification et signature	ci-dessous	Attestation paraphrasée ; mention des données synthétiques

Source : structure selon Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), règle 2.3 ; commentaires du chapitre 10 ; modèle de l'section C.2.

des comparables : le rapport dit que les cinq comparables se sont vendus en moyenne 8,5 % sous le prix prédit par le modèle et que cette observation a été prise en compte dans la pondération. La troisième est celle des statistiques de marché, dont la date et la portée (ventes par courtier d'un trimestre, actes publiés d'un mois, rôle à une autre date) sont précisées pour qu'aucune ne soit prise pour une mesure directe de la valeur du sujet.

La mention des données synthétiques. Dans un rapport réel, il n'y aurait pas lieu de l'écrire ; dans le présent ouvrage, elle est obligatoire et elle figure en tête du chapitre, dans chaque source de tableau et de figure, et dans la certification elle-même : « le présent extrait est un exercice pédagogique fondé sur des données synthétiques ; il ne décrit aucune propriété réelle et ne constitue pas un rapport d'évaluation ». Le chapitre 10 a insisté sur la différence entre un modèle de rapport et un rapport : le premier enseigne la forme, le second engage.

Ce que le rapport ne contient pas. L'analyse de financement de la section 45.9 n'y figure pas : elle relève du prêteur. Le rapport ne contient pas non plus la vérité de génération du jeu, ni le diagnostic des résidus dans le détail où le chapitre 20 l'a conduit, ni les six schémas de pondération ; il en retient le résultat et le raisonnement. Un rapport n'est pas un manuel : il doit permettre à un lecteur compétent de suivre et de contester le raisonnement, non de le refaire intégralement, et la règle 2.3 fixe le contenu minimal, non le contenu maximal.

Ce que le dossier doit au cadre québécois

Plusieurs étapes du dossier n'auraient pas la même forme ailleurs. La définition de la valeur marchande est celle des Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ, ordre professionnel régi par le Code des professions (Québec 1973a ; Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), et la certification engage la responsabilité disciplinaire de l'évaluateur agréé. La convention de superficie est celle du Manuel d'évaluation foncière du Québec (*Manuel d'évaluation foncière du Québec* 2026), parce que c'est elle que les données de rôle et, par extension, la plupart des bases de ventes utilisent. La valeur au rôle est une valeur réelle à une date de référence antérieure de dix-huit mois à l'entrée en vigueur du rôle (Québec 1979b, art. 46), et la proportion médiane et le facteur comparatif qui l'accompagnent sont des grandeurs que le dossier doit connaître pour expliquer l'écart avec sa conclusion et pour calculer les droits de mutation (Québec 1976). Ces droits suivent un barème que la loi laisse les municipalités majorer au-delà de 500 000 $, ce que Gatineau a fait depuis le 25 février 2026 (Ville de Gatineau 2026b). L'assurance prêt hypothécaire et le taux admissible minimal relèvent du droit fédéral et de la SCHL, mais la taxe sur la prime d'assurance est québécoise et payable comptant. Enfin, la promesse d'achat sur le formulaire obligatoire de l'OACIQ (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022b) comporte habituellement une condition de financement et une condition d'inspection : la recommandation de l'évaluateur sur le drain français prend tout son sens si elle est formulée avant l'expiration de la seconde.

Erreurs fréquentes

- Reprendre dans le dossier un chiffre qui diffère de celui du chapitre de méthode (une dépréciation recalculée « à la main », un terrain arrondi autrement, un paiement avec

composition mensuelle) : le dossier doit *importer* les résultats, et toute divergence est une erreur à corriger, pas à masquer.
- Présenter la valeur au rôle, le prix convenu ou la valeur d'emprunt comme des bases de valeur : le rapport conclut la valeur marchande et explique ses écarts avec les trois autres.
- Additionner la dépréciation ventilée de la fiche d'inspection et déduire en plus les travaux curables, ou déduire ceux-ci après une extraction de marché qui les contient déjà.
- Communiquer l'intervalle de prédiction du modèle comme fourchette de valeur, ou la bande bootstrap de la combinaison comme intervalle de confiance de la valeur.
- Pondérer le modèle hédonique sans dire qu'il n'est pas une méthode traditionnelle, ou le pondérer à zéro après s'en être servi pour tous les ajustements de la grille.
- Calculer la mise de fonds minimale à 5 % du prix entier, oublier la prime dans le prêt, ou calculer le paiement avec un taux mensuel égal au douzième du taux nominal.
- Qualifier l'emprunteur au taux du contrat plutôt qu'au taux admissible minimal, ou omettre les taxes et le chauffage de l'ABD.
- Poser une hypothèse extraordinaire silencieuse sur un élément non vérifié (le drain) plutôt qu'une limite déclarée avec recommandation et incidence.
- Faire porter la base des droits de mutation sur le prix sans vérifier qu'il excède la valeur au rôle multipliée par le facteur comparatif.

Limites et mises en garde

- Le dossier est synthétique : le sujet, les ventes, le devis et la fiche d'inspection n'existent pas, et les relations entre variables sont des hypothèses pédagogiques. La vérité de génération (641 159 $) n'est connue que du manuel.
- Les statistiques de marché citées sont réelles mais hétérogènes (APCIQ, JLR, rôle, SCHL) ; aucune n'a servi d'intrant au calcul, et leurs médianes ne sont pas comparables entre elles.
- Le terrain repose sur une extraction confirmée par une comparaison directe sur un jeu de terrains synthétique calibré avant le chapitre 24 ; l'écart de 3,5 % est documenté.
- L'écart-type de spécification du modèle hédonique ne capture pas les erreurs qu'un marché réel réserverait à un modèle estimé sur une seule RMR.
- Les règles de financement (mise de fonds, plafond assurable, barème de primes, taux admissible, ratios ABD et ATD, amortissement) sont celles consultées le 31 octobre 2026 ; elles changent souvent. Le taux de la taxe québécoise sur la prime (9 %) n'a pu être vérifié sur une source primaire et est traité comme hypothèse.
- Le chauffage (2 400 $) et les autres dettes (500 $ par mois) de l'analyse des ratios sont des hypothèses pédagogiques ; les frais de notaire et d'inspection ne sont pas chiffrés.
- L'exemple rempli de l'annexe des formulaires d'inspection (section B.8) diffère de la fiche du chapitre 11 sur quelques dates et sur l'âge effectif ; le dossier suit le chapitre 11, dont les scripts dérivent la dépréciation.

À retenir

- Le dossier enchaîne les chapitres de méthode dans l'ordre d'un rapport : mandat, description (mesurage 165 m², fiche de vingt composantes, rôle 468 000 $, taxes 4 076 $), marché, usage le meilleur, comparaison, coût, analyse statistique, réconciliation, extrait de rapport.
- Comparaison : cinq cottages de Hull, grille en cascade multiplicative, prix ajustés de 541 222 $ à 640 247 $, poids inverses du brut, valeur pondérée 575 565 $; les comparables se sont vendus 8,5 % sous le prix prédit.
- Coût : terrain 277 000 $, coût neuf 397 567 $, dépréciation extraite 22,00 % + salle d'eau 7 605 $, soit 23,91 % ; indication 579 501 $ (580 000 $) ; la dépréciation ventilée (55,6 %) est écartée.
- Hédonique : 637 953 $, intervalle de confiance de la valeur 625 586 $ à 650 596 $, intervalle de prédiction du prix 539 682 $ à 749 087 $; indication complémentaire, non méthode traditionnelle.
- Réconciliation : poids 0,40 / 0,45 / 0,15 ⟶ 604 230 $; valeur la plus probable 605 000 $; fourchette 575 000 $ à 640 000 $; bande bootstrap 590 000 à 625 000 $ non communiquée comme fourchette.
- Financement (prix = valeur) : mise minimale 35 500 $ (5,87 %), prime 4 % = 22 780 $, prêt 592 280 $ à 4,12 % sur 25 ans ⟶ 3 154,16 $ par mois ; taux admissible 6,12 % ⟶ 3 831,80 $; revenu minimal 134 507 $ (ABD) ; liquidités 46 311 $; +200 pb au renouvellement ⟶ +17,8 %.
- Le rapport communique trois grandeurs sous trois noms (valeur la plus probable, fourchette, intervalle de prédiction), déclare ses limites (drain, sélection, statistiques) et, dans cet ouvrage, la nature synthétique des données.

Exercices

Exercice 45.1 — Unités de comparaison de la valeur conclue ★

À partir du tableau 45.3 et de la valeur conclue de 605 000 $, calculer la valeur par mètre carré habitable hors sol, par mètre carré d'aire brute hors sol, par pied carré habitable et par mètre carré habitable sous-sol compris. Comparer la première au prix médian au mètre carré des cinq comparables (tableau 45.8) et à l'indication brute du chapitre 16 ; expliquer l'écart par les attributs du sujet que l'indication brute ignore. Pourquoi les trois autres valeurs unitaires ne doivent-elles jamais être rapprochées des prix unitaires des comparables ?

Exercice 45.2 — Droits de mutation et liquidités aux bornes de la fourchette ★

Le prix convenu est de 575 000 $, puis de 640 000 $. Pour chaque prix, calculer la base d'imposition des droits de mutation (facteur comparatif 1,02), les droits selon le barème de Gatineau 2026 et selon le barème général de la loi, la mise de fonds minimale, la

prime SCHL, la taxe de 9 % sur la prime (hypothèse) et les liquidités à la signature. Commenter la progressivité du barème municipal entre les deux prix.

Exercice 45.3 — Mise de fonds de 10 % ou de 20 % ★★

À l'aide du tableau 45.14, calculer pour les trois mises de fonds (minimale, 10 %, 20 %) l'économie de paiement mensuel par rapport à la mise minimale, le coût d'opportunité annuel de la mise de fonds supplémentaire si l'acheteur pouvait la placer à 3,58 % (rendement des obligations du Canada à cinq ans), et l'économie de prime. En déduire, pour l'acheteur qui dispose de 130 000 $, si la mise de fonds de 20 % est financièrement préférable sur le terme de cinq ans, en comparant le solde du prêt après 60 mois et le patrimoine net constitué dans chaque cas. Quelle hypothèse sur le rendement du placement renverserait la conclusion ?

Exercice 45.4 — Valeur du prêteur inférieure au prix ★★

Le service de crédit du prêteur applique une décote prudentielle et retient 575 000 $, borne basse de la fourchette, alors que le prix convenu reste 605 000 $. Calculer le prêt maximal assuré, la mise de fonds requise, le supplément par rapport à la mise minimale, puis la prime, le prêt total, le paiement et le revenu minimal selon l'ABD pour ce nouveau montage (taux 4,12 %, 25 ans, taxes et chauffage du dossier). Que devient le montage si le prêteur retient 640 000 $? Pourquoi la fourchette de valeur est-elle, pour le prêteur, aussi utile que la valeur la plus probable ?

Exercice 45.5 — Hausse de taux au renouvellement et ratio ABD ★★

Au terme de cinq ans, l'acheteur de la mise minimale renouvelle le solde de 516 675,31 $ sur 240 mois à 6,12 % (+200 pb). Calculer le nouveau paiement, sa variation par rapport au paiement initial et le revenu brut minimal selon l'ABD en supposant les taxes et le chauffage inchangés. Refaire le calcul en supposant que les taxes ont augmenté de 3 % par an et le chauffage de 2 % par an pendant cinq ans, et que le revenu du ménage a augmenté de 2,5 % par an à partir du minimum de qualification initial. Le ménage respecte-t-il encore le ratio de 39 % ? Que montre ce résultat sur la fonction du taux admissible minimal ?

Exercice 45.6 — Terrain aux bornes de la fourchette du chapitre 25 ★★★

Le chapitre 25 situe la valeur du terrain entre 240 000 $ et 285 000 $. Pour chacune de ces bornes et pour la valeur retenue de 277 000 $, recalculer l'indication par le coût (équation (45.5)) avec la dépréciation extraite et la désuétude fonctionnelle inchangées, puis la combinaison raisonnée (équation (45.12)) et la valeur la plus probable arrondie au

5 000 $. La fourchette de valeur conclue change-t-elle ? Expliquer pourquoi l'extraction de marché, si elle était refaite avec la nouvelle valeur du terrain, ne laisserait pas la dépréciation inchangée, et dans quel sens elle bougerait.

Exercice 45.7 — Drain français défaillant : limite ou hypothèse extraordinaire ★★★

L'inspection spécialisée recommandée par l'évaluateur révèle que le drain français est écrasé sur la façade nord-est et doit être remplacé ; un entrepreneur chiffre les travaux, excavation comprise, à 9 000 $ de plus que le colmatage déjà retenu dans les travaux curables. (a) Calculer la valeur sous l'hypothèse « drain défaillant » en déduisant l'incidence de la valeur conclue, et l'espérance de valeur avant l'inspection si l'évaluateur attribuait à l'hypothèse « drain sain » une probabilité de 0,8, puis de 0,5 (équation (10.5)). (b) Recalculer, pour un prix renégocié à la valeur « drain défaillant », la mise de fonds minimale, le prêt assuré et le paiement mensuel. (c) Expliquer pourquoi le chapitre 10 recommande de traiter ce point comme une limite à l'étendue du travail assortie d'une recommandation et d'une incidence, plutôt que comme une hypothèse extraordinaire, et rédiger en cinq lignes la mention correspondante du rapport.

Pour aller plus loin

Le traité de Appraisal Institute (2026) et son édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) restent les références les plus complètes sur l'articulation des trois méthodes dans un rapport résidentiel et sur la réconciliation ; le chapitre 20 en a tiré ses critères de pondération. Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) et le Code de déontologie (Québec 2000) sont les textes que le rapport doit suivre, et les Normes uniformes canadiennes (Appraisal Institute of Canada 2026) et internationales (International Valuation Standards Council 2025) en éclairent la lecture. Sur la méthode de comparaison et ses biais, Northcraft et Neale (1987) et Diaz (1997) ont montré que l'ancrage sur le prix demandé affecte même les évaluateurs expérimentés, ce qui justifie que le dossier soit conduit avant de connaître le prix convenu lorsque c'est possible ; Lentz et Wang (1998) ont examiné comment les méthodes se rejoignent dans la pratique. Sur la dépréciation extraite du marché, Hulten et Wykoff (1981) ont fondé la méthode dont le chapitre 24 s'inspire, et Harding et al. (2007) en ont mesuré la composante d'entretien sur des ventes répétées. Sur la place des modèles statistiques dans un rapport, les travaux de Kummerow et Galfalvy (2002) sur l'erreur de la comparaison et de French et Gabrielli (2004) sur l'incertitude de la valeur complètent la section 45.8. Sur le financement, les publications de la Banque du Canada sur les taux des fonds avancés (Banque du Canada 2026b) et la ligne directrice B-20 du BSIF (Bureau du surintendant des institutions financières 2017) sont les sources à suivre, en gardant à l'esprit qu'elles changent plus vite que les méthodes d'évaluation.

46

Cas 2 : triplex à Québec

Ce chapitre est le deuxième des quatre dossiers complets de la partie IX. Il reprend le triplex fictif de Limoilou que les chapitres de méthode ont utilisé comme exemple, du chapitre 26 pour ses baux au chapitre 32 pour la lecture du marché des petits plex, et il en fait un dossier d'évaluation de bout en bout : mandat, description, analyse des droits et des baux, marché, revenus et dépenses, comparaison, revenu, coût, financement de l'acheteur, réconciliation et rapport. La particularité du dossier tient à son client : un ménage qui achète l'immeuble pour habiter le logement du rez-de-chaussée et louer les deux autres. L'évaluateur doit lui fournir une opinion de valeur marchande, c'est-à-dire ce que le marché paierait, et non ce que ce ménage en particulier serait prêt à payer ; mais il doit aussi comprendre pourquoi, sur ce segment, le marché est fait d'acheteurs qui lui ressemblent, et ce que cela change à la hiérarchie des méthodes, au traitement des loyers en place et à la lecture du financement. Le chapitre 32 a établi la méthode et fixé les indications du triplex à partir des médianes de ses comparables ; le présent chapitre reprend les mêmes cinq ventes, y applique une grille d'ajustements explicite, normalise les taxes aux tarifs de 2026, ajoute la vérification par le coût et le calcul du financement, puis conclut et rédige. Lorsque ses chiffres diffèrent de ceux du chapitre 32, il dit pourquoi. Toutes les données sont synthétiques et identifiées comme telles.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- rédiger le mandat d'une évaluation de petit plex pour un acheteur-occupant, en distinguant la valeur marchande demandée de la valeur d'investissement que le client a en tête ;
- analyser trois baux résidentiels sous le Code civil du Québec, chiffrer l'écart entre loyers contractuels et loyers de marché, et décrire les conditions, délais et limites de la reprise d'un logement par l'acheteur ;
- normaliser les dépenses d'un triplex poste par poste, recalculer les taxes sur le rôle en vigueur et les tarifs municipaux de 2026, imputer une gestion et une réserve, puis dériver un revenu net d'exploitation prospectif ;
- sélectionner des comparables par distance d'attributs, extraire des ajustements par

régression auxiliaire, remplir une grille en dollars par logement, pondérer les prix ajustés et lire l'indication obtenue ;
- appliquer le multiplicateur du revenu brut et la capitalisation directe à un plex, expliquer pourquoi les taux extraits sont bas et interpréter le taux implicite d'un prix de comparaison ;
- dimensionner le financement résidentiel assuré d'un acheteur-occupant, calculer le versement hypothécaire canadien, le taux admissible minimal, les droits de mutation et le coût net d'occupation du logement repris ;
- réconcilier des indications divergentes avec une pondération argumentée, conclure une valeur et une fourchette, et en présenter le contenu minimal au rapport.

Données synthétiques — triplex fictif

Le sujet et toutes les données qui l'entourent sont *synthétiques*. Les fichiers `data/synthetic/cas2_quebec_sujet.json`, `cas2_quebec_loyers.csv` (trois baux), `cas2_quebec_depenses.csv` (huit postes) et `cas2_quebec_ventes_plex.csv` (250 ventes de duplex et de triplex dans cinq quartiers de Québec, dont 127 retenues dans la fenêtre de 24 mois et les quatre quartiers de la Basse-Ville) ont été générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine `20261031`. Les loyers de marché sont calibrés sur le loyer moyen des logements de deux chambres de la région métropolitaine de Québec publié par la SCHL pour octobre 2025, les prix sur la médiane des plex du secteur La Cité–Basse-Ville et Limoilou publiée par l'APCIQ pour le troisième trimestre de 2026, indexée au rythme annuel implicite du rôle d'évaluation 2025-2027 ; les lois de génération (décote des loyers selon l'ancienneté des baux, effet de l'état et de l'âge sur le prix) sont des hypothèses pédagogiques décrites dans `data/synthetic/README.md`, non des estimations sur données réelles. Tous les chiffres du chapitre sont recalculés par `analysis/python/cases/ch46_dossier.py`, qui importe la bibliothèque partagée `traite/cas2.py` (revenus, revenu net, indicateurs des 127 ventes) et les fonctions du script du chapitre 32, `ch32_plex.py` (sélection des comparables, régression du taux sur le loyer relatif, financement assuré, coût d'occupation), sans les recalculer autrement.

46.1 Mandat et étendue de la mission

Le client fictif est un couple qui a signé une promesse d'achat sur un triplex de Limoilou et qui entend habiter le logement du rez-de-chaussée dès que le bail en cours le permettra, tout en conservant les locataires des deux autres logements. Il demande à l'évaluateur une opinion de la **valeur marchande** de l'immeuble à la date du 1er septembre 2026, afin de décider s'il maintient, renégocie ou retire sa promesse d'achat, et il souhaite, en complément, comprendre ce que lui coûtera réellement l'occupation du rez-de-chaussée une fois les loyers encaissés. La première partie de la demande est un acte d'évaluation au sens de la Norme de pratique 1 des Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec ; la seconde relève de la consultation et doit être présentée comme telle, distincte de l'opinion de valeur, parce que son résultat dépend de la situation financière du client et

non du marché (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). L'évaluateur agit pour l'acheteur seulement ; le vendeur et le courtier ne sont pas ses clients, et le rapport ne leur est pas destiné, ce que la règle 2.3 oblige à écrire en identifiant le client, l'usage prévu et les destinataires du rapport.

La base de valeur est la valeur marchande telle que la définissent les Normes de pratique professionnelle : « le prix sincère le plus probable, de la vente réelle ou présumée d'un immeuble, à une date donnée, sur un marché libre et ouvert à la concurrence », sous les conditions usuelles que le chapitre 2 a commentées et que le chapitre 47 a rappelées pour un immeuble de rapport : parties bien informées, exposition suffisante, paiement comptant ou équivalent, prix épuré de tout financement avantageux (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; International Valuation Standards Council 2025 ; Appraisal Institute of Canada 2026). Deux précisions comptent particulièrement pour un plex acheté par un occupant. La première est que la valeur marchande n'est pas la **valeur d'investissement** du client : le couple valorise le logement qu'il va habiter, la faculté de le reprendre et le financement résidentiel assuré auquel il a accès, autant d'éléments qui lui sont propres. Le chapitre 32 a toutefois montré que, sur ce segment, l'acheteur typique est précisément un occupant : la prime d'occupation n'est donc pas une particularité du client, mais une composante du prix de marché, et l'évaluateur doit la retrouver dans ses comparables sans l'inventer par un raisonnement sur le client. La seconde précision est que le prix de la promesse d'achat, que le client a communiqué, ne doit pas servir d'ancre : la règle de l'ouvrage, exposée au chapitre 10, veut que l'évaluateur conduise son analyse sans le prix convenu, puis le compare à sa conclusion ; le prix est mentionné au rapport parce que la Norme l'exige lorsqu'il est connu, mais il n'entre dans aucun calcul.

Le droit évalué est la pleine propriété (Québec 1991, art. 947) grevée des trois baux résidentiels en vigueur, c'est-à-dire le droit du locateur. Au Québec, l'aliénation d'un immeuble comportant un logement ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail (Québec 1991, art. 1937) : l'acheteur acquiert l'immeuble avec ses locataires, leurs loyers et leurs droits au maintien dans les lieux, et la faculté de reprendre un logement pour l'habiter, que la section 46.3 analyse, n'est ni immédiate ni inconditionnelle. L'évaluation porte sur ce droit grevé, aux loyers contractuels ; la valeur que l'immeuble aurait libre de ses baux est calculée pour mémoire, parce qu'elle éclaire la lecture de la valeur au rôle, mais ce n'est pas la valeur demandée.

L'étendue du travail couvre une inspection fictive de l'immeuble le 20 août 2026, l'examen des trois baux, du formulaire de déclarations du vendeur et des pièces justificatives des dépenses remises par le courtier, la consultation du rôle d'évaluation 2025-2027 de la Ville de Québec et du compte de taxes 2026, la recherche de ventes de duplex et de triplex dans les quartiers centraux de la Basse-Ville, la collecte des indicateurs publiés par la SCHL, l'APCIQ et la Banque du Canada, puis l'application des trois méthodes traditionnelles : la comparaison, par le **prix par logement** ajusté et par le **multiplicateur du revenu brut** ; le revenu, par capitalisation directe ; et le coût, à titre de contrôle seulement, pour un bâtiment de 1948 dont la dépréciation accumulée ne peut être mesurée avec fiabilité. L'évaluateur n'a pas eu accès aux dossiers du Tribunal administratif du logement et n'a pas vérifié les titres ; il n'a pas non plus obtenu l'âge des locataires, information qui conditionne la **faculté de reprise** et dont l'absence est signalée comme limite. Aucune hypothèse extraordinaire n'est posée. Le tableau 46.1 résume la fiche du mandat.

Tableau 46.1. Fiche du mandat (dossier synthétique).

Élément	Contenu
Client et usage prévu	Couple acheteur-occupant (fictif), promesse d'achat signée ; décision d'achat ; analyse du coût d'occupation en consultation distincte
Bien	Triplex, 456, 3e Avenue (adresse fictive), Limoilou, Québec ; 1948 ; trois logements
Droit évalué	Pleine propriété grevée des trois baux en vigueur (droit du locateur) ; art. 1937 C.c.Q.
Base de valeur	Valeur marchande, définition des NPP de l'OEAQ
Date d'évaluation	2026-09-01 ; inspection 2026-08-20 ; rapport 2026-10-31
Méthodes	Comparaison (prix par logement ajusté, multiplicateur) ; revenu (capitalisation directe) ; coût en contrôle, non pondéré
Hypothèses extraordinaires	Aucune
Limites à l'étendue	Dossiers TAL non consultés ; âge et revenu des locataires inconnus ; titres non vérifiés ; part des loyers admise par le prêteur non vérifiée
Forme du rapport	Rapport narratif complet (NPP, règle 2.3) ; section de consultation séparée pour le financement

Source : [données synthétiques] dossier fictif ; structure selon Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), règles 1.2 et 2.3.

46.2 Description du bien et de son contexte

46.2.1 Localisation, terrain et bâtiment

L'immeuble fictif se trouve dans le quartier Limoilou, dans l'arrondissement de La Cité–Limoilou, sur une des avenues résidentielles du Vieux-Limoilou, à distance de marche de la 3e Avenue commerçante et des lignes d'autobus à haute fréquence qui relient le quartier au centre-ville et à la colline Parlementaire. Le tissu urbain est celui des plex de brique d'entre-deux-guerres et d'après-guerre, à deux ou trois étages, implantés sur des lots étroits et profonds, avec escaliers extérieurs, balcons et ruelles arrière ; c'est le marché de référence du dossier, et le secteur statistique que l'APCIQ nomme « La Cité–Basse-Ville et Limoilou » dans ses baromètres (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026b). Les travaux de Des Rosiers et al. (2000) et de Thériault et al. (2003) sur le marché de Québec ont montré que les effets d'accessibilité et de voisinage y sont bien identifiés et que la prime de localisation des quartiers centraux a cru au fil des années 1990 et 2000 ; Kestens et al. (2006) ont montré que les profils d'acheteurs y diffèrent par quartier, ce qui, pour un segment dominé par les occupants, invite à ne comparer que des ventes du même quartier.

Le terrain mesure 310 m², soit une façade d'environ 9 mètres sur une profondeur d'environ 34 mètres, et il est raccordé à l'aqueduc et à l'égout. Le bâtiment, construit en 1948, compte trois étages hors sol sur un sous-sol non aménagé à plafond bas qui abrite les compteurs, les chauffe-eau et les rangements. La structure est de type ossature de bois sur fondations de béton, avec parement de brique en façade et revêtement de fibrociment sur les faces latérales et arrière ; le toit est plat, à membrane élastomère posée en 2015 ; les fenêtres ont été remplacées par du PVC en 2008 ; l'escalier extérieur et les balcons sont en acier peint.

Les trois logements se répartissent en deux 5½ de deux chambres de 92 m² chacun, au rez-de-chaussée et au deuxième étage, et un 4½ d'une chambre de 78 m² au troisième, pour une superficie habitable totale de 262 m² ; le chauffage est électrique, par plinthes, à la charge de chaque locataire, et l'électricité des aires communes est au compte du propriétaire. Une case de stationnement en cour arrière, accessible par la ruelle, est attribuée au logement du rez-de-chaussée. L'état général est coté 3 sur 5 : un immeuble entretenu normalement pour son âge, dont les composantes majeures ont été renouvelées dans les quinze dernières années mais dont les cuisines et les salles de bain du rez-de-chaussée et du deuxième sont d'origine ou datent des années 1980.

46.2.2 Zonage

L'usage résidentiel de trois logements est autorisé dans la zone où se trouve l'immeuble ; le gabarit et l'implantation sont conformes au Règlement d'urbanisme de l'arrondissement de La Cité–Limoilou en vigueur à la date d'évaluation, les données ouvertes de zonage de la Ville de Québec permettant de le vérifier sans visite (Ville de Québec 2026e). Le stationnement en cour arrière et la marge latérale, inférieurs aux exigences d'une construction neuve, sont protégés par droits acquis, dont le chapitre 8 a exposé le régime ; aucune dérogation apparente n'a été relevée. L'usage actuel est l'usage le meilleur et le plus profitable : la densification du lot, que la réglementation ne permettrait qu'au prix d'une démolition, n'est pas rentable au regard des prix que les plex existants atteignent, et la conversion en copropriété divise, qui exige l'autorisation du Tribunal administratif du logement et ouvre un **droit de préemption** aux locataires (Québec 2020a, art. 51 à 54.13), n'est pas envisagée par un acheteur qui veut y habiter.

46.2.3 Rôle d'évaluation 2025-2027, taxes et droits de mutation

Le rôle triennal 2025-2026-2027 de la Ville de Québec, déposé en septembre 2024 et en vigueur depuis le 1er janvier 2025, reflète les conditions du marché au 1er juillet 2023, conformément à la règle du deuxième exercice précédent (Québec 1979b, art. 46), (Ville de Québec 2024). La variation moyenne des valeurs inscrites a été de 23,5 % pour l'ensemble du rôle, selon la presse qui a relayé le dépôt ; la variation propre aux plex n'a pas été publiée (Ville de Québec 2026c). La valeur inscrite pour le sujet fictif est de 495 000 $, dont le rôle ne répartit pas ici la part du terrain et celle du bâtiment ; cette valeur exprime la valeur réelle à une date antérieure de trente-huit mois à la date d'évaluation, pour un immeuble réputé détenu avec tous les droits du locataire (Québec 1979b, art. 43 et 45.1), et elle n'est ni une indication ni un plafond, ce que la section 46.10 vérifie. Le facteur comparatif de la Ville de Québec pour 2026 est de 1,08 selon la page municipale des droits de mutation, chiffre que le dossier tient pour partiellement vérifié (Ville de Québec 2026a).

Les taxes de 2026 sont connues avec précision. La taxe foncière générale de la Ville de Québec est de 0,746 4 $ par 100 $ d'évaluation pour les immeubles résidentiels de un à cinq logements, contre 0,769 7 $ pour six logements et plus, et s'y ajoutent des tarifs de 386 $ par logement pour l'aqueduc et l'égout et de 195 $ par logement pour les matières résiduelles (Ville de Québec 2026d) ; la taxe scolaire 2026-2027 est de 0,078 99 $ par 100 $ de l'évaluation uniformisée ajustée, les premiers 25 000 $ étant exemptés (Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026). La section 46.5 recalcule les taxes du sujet sur ces bases et les compare au compte déclaré par le vendeur. Enfin, l'acheteur paiera les droits

sur les mutations immobilières selon le barème de 2026 : 0,5 % sur la première tranche de 62 900 $, 1 % jusqu'à 315 000 $, 1,5 % jusqu'à 500 000 $, puis les taux que la Ville de Québec a fixés en vertu de la faculté que la loi laisse aux municipalités au-delà de 500 000 $: 2,5 % jusqu'à 750 000 $ et 3 % au-delà (Québec 1976, art. 2 et 2.1), (Gouvernement du Québec 2026g ; Ville de Québec 2026a) ; la base d'imposition est le plus élevé du prix payé, de la contrepartie stipulée et de la valeur au rôle multipliée par le facteur comparatif (Québec 1976, art. 1.1 et 2). Ces droits n'entrent pas dans la valeur ; ils entrent dans les liquidités que l'acheteur doit réunir, calculées à la section 46.9.

46.2.4 Inspection : état général et travaux prévisibles

L'inspection fictive du 20 août 2026 a porté sur les trois logements, les aires communes, le sous-sol, la toiture vue depuis le troisième étage et l'enveloppe. Le tableau 46.2 en résume les constats, composante par composante, avec l'année de remplacement connue ou estimée et l'appréciation que l'évaluateur en tire pour la réserve de remplacement et pour l'âge effectif du bâtiment, dont la section 46.8 se sert. La structure et les fondations ne présentent aucun désordre actif ; une fissure de retrait au mur de fondation arrière est sèche et ancienne. La membrane de 2015 est en bon état. Les escaliers et balcons d'acier montrent une corrosion de surface aux ancrages et devront être grattés et repeints à court terme, dépense d'entretien courant. L'entrée électrique a été portée à 200 ampères avec trois panneaux distincts en 1998 ; la plomberie d'alimentation est en cuivre, avec des sections de galvanisé résiduel au sous-sol. Les cuisines et salles de bain des deux 5½ sont fonctionnelles mais désuètes ; celles du 4½ ont été refaites en 2025 au moment de la relocation. La règle 2.4 des Normes impose l'inspection de l'immeuble évalué ; les trois logements ont été visités avec le consentement des locataires, ce qui est fréquent pour un plex et plus rare pour un immeuble de douze logements (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024).

46.3 Droits évalués et analyse des baux

46.3.1 Trois baux, trois ancienne tés

Les trois logements sont loués par des baux de douze mois courant du 1er juillet au 30 juin, reconduits de plein droit chaque année (Québec 1991, art. 1941). Le tableau 46.3 présente, pour chacun, le loyer contractuel du bail 2026-2027, le **loyer de marché** que l'évaluateur estime pour un logement comparable reloué à la date d'évaluation, l'écart et l'ancienneté du locataire ; la figure 46.1 met les deux séries en regard et relie l'écart à l'ancienneté. Le logement du rez-de-chaussée est occupé depuis le 1er juillet 2019 au loyer de 1 047 $, soit 26,8 % sous le marché estimé de 1 430 $; celui du deuxième, depuis juillet 2022, à 1 188 $, soit 16,9 % sous le même marché ; celui du troisième a été reloué le 1er juillet 2025 à 1 251 $, au marché. Le revenu brut potentiel contractuel est de 41 832 $ par année et le revenu aux loyers de marché de 49 332 $: l'écart de 7 500 $, soit 15,2 % du marché, se lit aussi comme un **loyer relatif** $\rho_s = 0{,}848$, notation du chapitre 32. Le loyer de marché des deux 5½ a été estimé à partir des loyers demandés pour des logements de deux chambres de 85 m² à 95 m² dans Limoilou à l'été 2026 et du loyer moyen des deux-chambres de la région métropolitaine publié par la SCHL pour octobre 2025, 1 277 $, majoré de la croissance observée depuis et de la taille supérieure à la moyenne des logements du sujet (Société canadienne d'hypothèques

Tableau 46.2. Composantes du bâtiment, état observé et conséquences retenues (dossier synthétique).

Composante	Année	État observé	Conséquence
Structure et fondations	1948	Fissure de retrait sèche ; sous-sol sec, plafond bas	Aucune ; longue durée
Parement (brique en façade, fibrociment ailleurs)	1948 / 1996	Rejointoiement partiel à moyen terme ; fibrociment sain	Réserve
Membrane de toiture (élastomère)	2015	Bon état, drains dégagés	Aucune avant 2035
Fenêtres (PVC)	2008	Bon état ; scellants à refaire	Réserve
Escalier et balcons d'acier	1948 / 1990	Corrosion de surface aux ancrages	Entretien courant 2027
Électricité (200 A, trois panneaux)	1998	Conforme ; plinthes électriques	Aucune
Plomberie d'alimentation	1948 (partielle 2005)	Cuivre ; galvanisé résiduel au sous-sol	Réserve ; à surveiller
Chauffe-eau (trois)	2017–2021	Bon état	Réserve
Cuisines et salles de bain, 5½ (RC et 2^{e})	1948 / 1985	Désuets mais fonctionnels	Réserve ; rénovation à la relocation
Cuisine et salle de bain, 4½ (3^{e})	2025	Neufs	Aucune
Stationnement (une case, gravier)	—	Fonctionnel	Aucune

Source : [données synthétiques] fiche d'inspection fictive du 20 août 2026 ; cote d'état générale 3 sur 5, conforme à `cas2_quebec_sujet.json`.

et de logement 2025b) ; celui du 4½ est le loyer effectivement obtenu à la relocation de 2025, que l'évaluateur a jugé encore représentatif du marché.

Tableau 46.3. État locatif du triplex au 1er septembre 2026 : loyer mensuel contractuel, loyer de marché estimé, écart et ancienneté du bail en années (données synthétiques).

Logement	Type	m²	Contrat ($)	Marché ($)	Écart ($)	Écart (%)	Bail depuis	Anc.	Stat.
Rez-de-chaussée	5½	92	1 047	1 430	383	26,8	2019-07-01	7	oui
2e étage	5½	92	1 188	1 430	242	16,9	2022-07-01	4	non
3e étage	4½	78	1 251	1 251	0	0,0	2025-07-01	1	non
Total mensuel		262	3 486	4 111	625	15,2		4	1
Total annuel (RBP)			41 832	49 332	7 500	15,2			

Source : [données synthétiques] `cas2_quebec_loyers.csv` ; échéance de tous les baux : 2027-06-30 ; chauffage non inclus ; ancienneté moyenne 4 ans ; script `ch46_dossier.py`, fonction `base_normalisee`.

La structure de l'écart est celle que le chapitre 26 a décrite pour tout immeuble locatif québécois : les loyers des baux reconduits suivent les pourcentages du Tribunal administratif du logement, non le marché, et la valeur locative de marché n'est pas un critère de fixation (Québec 1985c, art. 3), (Tribunal administratif du logement 2026d). Les deux baux anciens du sujet sont même plus sous le marché que la décote moyenne de 1,5 % par année d'ancienneté incorporée aux ventes synthétiques ne le prédit, parce que leur locateur, un propriétaire-occupant âgé qui a vendu après trente ans, n'a pas toujours envoyé d'avis de modification ; c'est une situation fréquente dans les petits plex, où la relation personnelle entre locateur et locataires tempère la gestion. Pour l'acheteur, cet écart est à la fois un potentiel et une contrainte : un potentiel, parce que les deux 5½ peuvent rapporter 625 $ de plus par mois une fois au marché ; une contrainte, parce que le droit québécois ne lui permet d'y parvenir que par la rotation des locataires, par la reprise du logement qu'il habitera ou, très lentement, par les augmentations annuelles.

46.3.2 La vente ne change rien aux baux

Le premier principe que le rapport doit énoncer est que l'acheteur succède au vendeur dans les baux. L'article 1937 du Code civil dispose que l'aliénation volontaire ou forcée d'un immeuble comportant un logement ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail ; le locataire conserve son droit au maintien dans les lieux (Québec 1991, art. 1936 et 1937). Les baux se reconduisent aux mêmes conditions sauf avis de modification transmis « au moins trois mois, mais pas plus de six mois, avant l'arrivée du terme », soit entre le 1er janvier et le 31 mars 2027 pour des baux échéant le 30 juin (Québec 1991, art. 1942) ; le locataire peut refuser l'augmentation dans le mois tout en demeurant dans les lieux, et le locateur doit alors saisir le Tribunal dans le mois suivant, faute de quoi le bail est reconduit aux conditions antérieures (Québec 1991, art. 1945 et 1947). Depuis le 1er janvier 2026, la fixation suit les six critères du Règlement sur les critères de fixation de loyer refondu par le décret 1455-2025, dont un pourcentage de base de 3,1 % pour 2026 (Québec 1985c ; Québec 2025b ; Tribunal administratif du logement 2026d) ; le chapitre 34 en a modélisé les trajectoires. Le locateur ne peut exiger aucun dépôt de garantie (Québec 1991, art. 1904), et le nouveau locataire d'un logement libéré a le droit de connaître le loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédents et de demander la fixation (Québec 1991, art. 1896 et 1950). L'ensemble

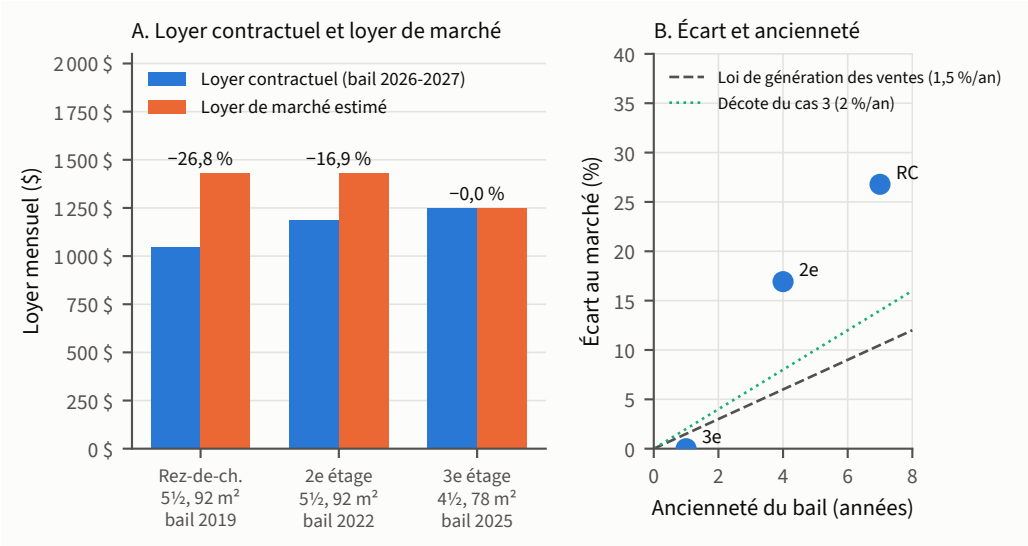


FIGURE 46.1. À gauche, loyer contractuel et loyer de marché estimé des trois logements du triplex : l'écart, inscrit au-dessus de chaque paire, est nul pour le logement reloué en 2025 et atteint 26,8 % pour le rez-de-chaussée occupé depuis 2019. À droite, l'écart en fonction de l'ancienneté du bail, comparé à la décote de 1,5 % par année incorporée aux ventes synthétiques et à celle de 2 % du cas 3 : les deux baux anciens du sujet sont plus sous le marché que ces lois moyennes ne le prédisent, ce qui en fait un immeuble dont le potentiel de rattrapage est supérieur à celui de la vente médiane.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch46_figures.py`, graine 20261031.

de ces règles signifie que le revenu capitalisé est le revenu contractuel, et que le potentiel de rattrapage se traite par le choix du taux et du multiplicateur, non en substituant les loyers de marché aux loyers en place.

La vente d'un immeuble résidentiel de moins de cinq logements par une personne physique passe par le contrat de courtage sur formulaire obligatoire et s'accompagne du formulaire « Déclarations du vendeur » de l'OACIQ, dont la section D2.6 recueille les loyers, les avis d'augmentation donnés ou reçus et les dossiers pendants devant le Tribunal (QUÉBEC 2008, art. 23), (ORGANISME D'AUTORÉGLEMENTATION DU COURTAGE IMMOBILIER DU QUÉBEC 2022a ; ORGANISME D'AUTORÉGLEMENTATION DU COURTAGE IMMOBILIER DU QUÉBEC 2026). Dans le dossier fictif, le vendeur déclare qu'aucun avis de modification n'a été transmis pour 2026-2027, qu'aucune demande n'est pendante et qu'aucun locataire ne lui a signifié son départ ; l'évaluateur a lu les trois baux et vérifié que la section G du bail du troisième étage indique bien le loyer payé par le locataire précédent, ce qui confirme que la relocation de 2025 s'est faite au vu de cette information et sans demande de fixation. Il note aussi que le formulaire consulté mentionne encore, à la rubrique des locataires protégés, le seuil de « 70 ans et plus », alors que la loi vise les personnes de 65 ans et plus depuis le 6 juin 2024 ; l'évaluateur applique la loi, non le formulaire (ORGANISME D'AUTORÉGLEMENTATION DU COURTAGE IMMOBILIER DU QUÉBEC 2022a ; QUÉBEC 2024a).

46.3.3 La reprise du rez-de-chaussée par l'acheteur

Le second principe est que la faculté de reprendre un logement existe, mais qu'elle est encadrée dans ses bénéficiaires, ses délais et ses limites. Le locateur qui est une personne physique peut reprendre un logement pour l'habiter lui-même ou pour y loger ses ascendants ou descendants au premier degré, un parent ou allié dont il est le principal soutien, ou un ex-conjoint dont il demeure le principal soutien (Québec 1991, art. 1957). Le propriétaire d'une part indivise ne peut reprendre aucun logement, « à moins qu'il n'y ait qu'un seul autre propriétaire et que ce dernier soit son conjoint » (Québec 1991, art. 1958) : le couple du dossier, qui achète en indivision entre conjoints, satisfait cette condition ; deux amis, une société ou une fiducie ne la satisferaient pas, et la faculté de reprise disparaîtrait avec eux. La reprise est impossible lorsque le locataire ou son conjoint est âgé de 65 ans ou plus, occupe le logement depuis au moins dix ans et dispose d'un revenu égal ou inférieur à 125 % du revenu maximal d'admissibilité à un logement à loyer modique, sous réserve d'exceptions (Québec 1991, art. 1959.1), (Québec 2024a) ; la locataire du rez-de-chaussée est en place depuis sept ans, de sorte que cette protection ne lui est pas acquise à la date d'évaluation, mais l'évaluateur n'a pas pu vérifier son âge et son revenu et le signale.

Les délais sont ceux de l'article 1960 du Code civil, que le Tribunal administratif du logement résume sur sa page consacrée à la reprise de logement (Tribunal administratif du logement 2026e) : pour un bail de plus de six mois, l'avis de reprise doit être donné au moins six mois avant la fin du bail ; pour un bail de six mois ou moins, un mois avant ; pour un bail à durée indéterminée, six mois avant la date prévue de la reprise. Le locataire dispose d'un mois à compter de la réception de l'avis pour répondre ; s'il ne répond pas, il est réputé avoir refusé de quitter le logement ; en cas de refus, le locateur doit, dans le mois qui suit, demander au Tribunal l'autorisation de reprendre le logement et démontrer qu'il entend réellement le reprendre aux fins mentionnées dans l'avis, et non comme prétexte (Québec 1991, art. 1960 à 1963). Le tableau 46.4 traduit ces règles en calendrier pour le dossier : le bail du rez-de-chaussée échoit le 30 juin 2027, l'avis doit donc être reçu au plus tard le 31 décembre 2026, la réponse de la locataire est due dans le mois, et la demande au Tribunal, le cas échéant, dans le mois suivant ; si l'acheteur prend possession après le 31 décembre 2026, la reprise est reportée au 30 juin 2028. Le locateur qui reprend de mauvaise foi s'expose à des dommages-intérêts, y compris punitifs (Québec 1991, art. 1968). Il faut enfin distinguer la reprise de l'**éviction** pour subdivision, agrandissement ou changement d'affectation (Québec 1991, art. 1959) : c'est cette dernière, et non la reprise, que la Loi 65 suspend jusqu'au 6 juin 2027 (Québec 2024a, art. 1), et c'est à elle que s'attache l'indemnité d'un mois de loyer par année d'occupation, d'au moins trois mois et d'au plus vingt-quatre mois, de l'article 1965 (Québec 1991, art. 1965), (Québec 2024b). Le moratoire ne touche donc pas le projet du client ; il touche l'investisseur qui aurait voulu réunir les deux 5½ en un seul logement, ce qui est une autre raison pour laquelle l'acheteur probable du sujet est un occupant.

46.3.4 Ce que vaut la faculté de reprise pour l'occupant

La faculté de reprise ne change pas la valeur marchande du droit du locateur : elle est attachée à la personne de l'acheteur et à ses intentions, et elle appartient à la prime d'occupation que le chapitre 32 a définie comme le résidu entre le prix payé par les occupants et la valeur d'investissement. On peut néanmoins en donner un ordre de grandeur, utile au client et à la discussion de la réconciliation. Le logement du rez-de-chaussée rapporte 383 $ de moins par

Tableau 46.4. Calendrier de la reprise du logement du rez-de-chaussée par l'acheteur (bail de douze mois échéant le 30 juin 2027).

Étape	Date limite	Règle
Signature de l'acte de vente	avant le 2026-12-31	condition pratique : seul le propriétaire peut donner l'avis (art. 1957)
Avis de reprise à la locataire	au plus tard le 2026-12-31	au moins six mois avant la fin d'un bail de plus de six mois (art. 1960)
Réponse de la locataire	un mois après réception	silence = refus réputé (art. 1962)
Demande au Tribunal (si refus)	un mois après le refus	le locateur prouve qu'il entend réellement habiter le logement (art. 1963)
Prise de possession du logement	2027-07-01	fin du bail ; aucune indemnité due pour une reprise de bonne foi
Si l'avis manque la date	reprise au 2028-07-01	bail reconduit un an aux conditions du Code (art. 1941)
Protection des aînés (art. 1959.1)	à vérifier	65 ans ou plus, dix ans d'occupation, revenu $\leq$ 125 % du seuil HLM : reprise impossible

Source : Code civil du Québec, art. 1941, 1957 à 1963 et 1959.1 (Québec 1991) ; page « Reprise de logement » du Tribunal administratif du logement (Tribunal administratif du logement 2026e) ; Loi 65 (Québec 2024a).

mois que son loyer de marché, soit, net de la provision pour inoccupation et pertes de 3 %, un écart de première année $\Delta_1 = 4\,458{,}12\,\$$. Si la locataire restait dix ans, le loyer contractuel suivant le pourcentage de base de 3,1 % et le loyer de marché croissant de 3,5 % par année, la valeur actuelle de l'écart, au taux de 6 %, serait de 39 567,72 $. Mais la locataire ne restera pas nécessairement : avec le taux de rotation de 13,0 % mesuré par la SCHL dans la région de Québec en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) et la formule de l'espérance sous rotation géométrique démontrée au chapitre 26,

$$\mathrm{E}[VA] = \frac{\Delta_1}{r - g_\Delta + \rho\,(1 + g_\Delta)} = \frac{4\,458{,}12\,\$}{0{,}06 - 0{,}0459 + 0{,}13 \times 1{,}0459} = 29\,713{,}51\,\$, \tag{46.1}$$

où $g_\Delta = 4{,}59\,\%$ est la croissance de l'écart lui-même, plus rapide que celle des loyers parce que le marché croît plus vite que le contrat. La reprise au 1er juillet 2027 réalise l'écart avec certitude et dès la première année, au lieu de l'attendre au gré des départs ; la différence entre les deux valeurs actuelles, environ 9 854 $, mesure ce que vaut, à ces hypothèses, le fait de pouvoir reprendre plutôt que d'attendre. C'est peu au regard du prix de l'immeuble, de l'ordre d'un pour cent, et c'est cohérent avec la conclusion du chapitre 32 : le rattrapage des loyers explique une petite partie du prix des plex, la demande d'occupants explique le reste. L'intérêt principal de la reprise pour le client n'est pas financier ; il est de pouvoir habiter l'immeuble qu'il achète, ce que le section 46.9 traduit en coût net d'occupation. L'exercice 46.2 fait varier la rotation et le taux.

46.4 Le marché à la date d'évaluation

L'analyse de marché d'un plex porte, comme celle d'un immeuble de rapport, sur trois marchés : celui des logements, celui des immeubles et celui du crédit. Le tableau 46.5 rassemble

les indicateurs retenus avec leur source et leur date ; aucune donnée de ce tableau n'est synthétique.

Sur le marché des logements, la région de Québec est l'une des plus tendues du pays : le taux d'inoccupation n'était que de 0,9 % en octobre 2024 et il est remonté à 2,4 % en octobre 2025, les loyers des deux-chambres progressant de 6,1 % à échantillon constant (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a). Le loyer moyen des deux-chambres, 1 277 $, est la référence sur laquelle les loyers de marché du dossier ont été calibrés ; la zone de la Basse-Ville, dont Limoilou relève d'après la page municipale, affiche un loyer moyen tous types de 1 139 $ et une inoccupation de 2,7 %, chiffres que la page de la Ville de Québec reprend de la SCHL et que le dossier tient pour partiellement vérifiés, l'appartenance exacte du quartier à la zone restant à confirmer. Le taux de rotation de 13,0 %, supérieur à celui de la région de Montréal, signifie qu'un logement sur huit change de locataire chaque année ; c'est le paramètre qui gouverne la résorption de l'écart contractuel et que l'équation (46.1) a utilisé. L'enquête de la SCHL ne couvre toutefois que les immeubles de trois logements et plus ; le sujet est à la limite inférieure de son univers.

Sur le marché des immeubles, les plex de deux à cinq logements de la région de Québec se sont vendus à un prix médian de 600 000 $ au troisième trimestre de 2026, en hausse de 17 % sur un an, et ceux du secteur La Cité–Basse-Ville et Limoilou à 647 500 $, en hausse de 13 %, avec un délai de vente médian de trente jours pour les plex de la région (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e ; Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026b) ; les actes publiés compilés par JLR donnent 590 000 $ pour la région en août 2026, également en hausse de 17 % (JLR 2026b). Ces médianes mêlent duplex et triplex, quartiers et états ; elles disent que le marché est vigoureux, que l'offre reste inférieure de moitié à sa moyenne historique selon l'APCIQ, et que les prix ont progressé d'environ 7 % à 8 % par année en moyenne depuis la date de référence du rôle, rythme que la section 46.6 retrouve dans les 127 ventes du dossier. Il faut rappeler que les prix fictifs du dossier, normalisés à la médiane du secteur à la date de référence du rôle puis indexés, dépassent la médiane publiée pour 2026 d'environ quinze pour cent ; les encadrés de limites du chapitre 32 et du présent chapitre le signalent, et aucun chiffre du dossier ne décrit le marché réel. Pour les immeubles d'appartements, CBRE situe les taux de capitalisation du multirésidentiel de faible hauteur de catégorie B à Québec entre 5,00 % et 6,00 % (CBRE Canada 2026) ; le chapitre 32 a montré que les taux extraits des ventes de plex, de l'ordre de 3 %, sont très inférieurs à cette fourchette parce que les acheteurs de plex ne sont pas des investisseurs purs.

Sur le marché du crédit, le taux directeur est resté à 2,25 % pendant toute la période précédant la date d'évaluation, puis a été relevé à 2,50 % le 28 octobre 2026 (Banque du Canada 2026a) ; le taux conventionnel affiché à cinq ans est de 6,19 %, mais les fonds effectivement avancés en août 2026 l'ont été à 4,12 % pour les prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus et à 4,58 % pour les prêts non assurés (Banque du Canada 2026b). L'acheteur-occupant d'un plex de trois logements est admissible au prêt assuré ; c'est à 4,12 % que la section 46.9 calcule son versement, et c'est l'écart entre ce taux et le taux d'un investisseur, non assuré et qualifié sur la couverture de la dette, qui fonde une bonne partie de la prime d'occupation.

46.5 Revenus, dépenses et revenu net d'exploitation

Tableau 46.5. Indicateurs de marché retenus à la date d’évaluation (sources publiques, consultées le 31 octobre 2026).

Indicateur	Valeur	Source et période
Prix médian des plex (2 à 5 log.), RMR de Québec / agglomération / secteur La Cité–Basse-Ville et Limoilou	600 000 $ / 618 500 $ / 647 500 $	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026e) et Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026b), T3 2026 ; variations sur un an +17 %, +12 %, +13 %
Ventes résidentielles, secteur La Cité–Basse-Ville et Limoilou	107 (−14 %)	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026b), T3 2026
Délai de vente médian, RMR de Québec (plex)	30 jours	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026e), T3 2026
Prix médian des plex, RMR de Québec (actes publiés)	590 000 $ (+17 %)	JLR (2026b), août 2026
Taux d’inoccupation, RMR de Québec (tous logements)	2,4 % (0,9 % en 2024)	Société canadienne d’hypothèques et de logement (2025a), octobre 2025
Loyer moyen, RMR de Québec : 1 ch. / 2 ch. / 3 ch.+ / tous	1 107 $ / 1 277 $ / 1 475 $ / 1 227 $	Société canadienne d’hypothèques et de logement (2025b), octobre 2025
Variation des loyers, même échantillon, RMR de Québec (2 ch.)	+6,1 %	Société canadienne d’hypothèques et de logement (2025a), 2024–2025
Zone SCHL Basse-Ville : loyer moyen / inoccupation	1 139 $ (+5,3 %) / 2,7 %	page de la Ville de Québec reprenant la SCHL, octobre 2025 (source secondaire)
Taux de rotation des locataires, RMR de Québec	13,0 %	Société canadienne d’hypothèques et de logement (2025b), octobre 2025
Pourcentage de base du TAL (avis à compter du 1er janvier 2026)	3,1 %	Tribunal administratif du logement (2026d)
Taux de capitalisation, Québec, multirésidentiel faible hauteur catégorie B	5,00 % à 6,00 % (stables)	CBRE Canada (2026), T3 2026
Taux directeur de la Banque du Canada	2,25 % jusqu’au 28 oct. 2026 ; 2,50 % depuis	Banque du Canada (2026a) et Banque du Canada (2026c)
Taux hypothécaire conventionnel 5 ans affiché	6,19 %	Banque du Canada (2026c), 28 oct. 2026
Fonds avancés, prêts assurés fixes 5 ans et plus / non assurés	4,12 % / 4,58 %	Banque du Canada (2026b), août 2026
Obligation du Canada 5 ans	3,58 %	Banque du Canada (2026c), 29 oct. 2026
IPC du Québec, variation annuelle	3,1 %	Statistique Canada (2026b), septembre 2026

Source : compilation de l’auteur à partir des sources indiquées ; aucune donnée synthétique.

46.5.1 Du revenu brut potentiel au revenu brut effectif

Le revenu brut potentiel est la somme des loyers contractuels annualisés,

$$RBP = 12 \sum_{i=1}^{3} L_i = 12 \times 3\,486\,\$ = 41\,832\,\$, \tag{46.2}$$

et le revenu aux loyers de marché serait de 49 332 $. La provision pour inoccupation et mauvaises créances est fixée à 3 % du revenu brut potentiel, convention du dossier que les chapitres 27 et 32 ont justifiée : elle ajoute environ six dixièmes de point de mauvaises créances et de pertes à la rotation au taux d'inoccupation de 2,4 % de la région (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a), en gardant à l'esprit que l'enquête de la SCHL ne mesure ni les pertes entre deux baux ni les créances irrécouvrables, et qu'un propriétaire-occupant qui habite l'immeuble reloue vite et perd peu. Aucun autre revenu n'est compté : la case de stationnement est incluse au bail du rez-de-chaussée et il n'y a ni buanderie payante ni rangement loué. Le revenu brut effectif est donc

$$RBE = RBP\,(1 - v) = 41\,832\,\$ \times (1 - 0{,}03) = 40\,577{,}04\,\$. \tag{46.3}$$

Ces deux chiffres sont ceux de la fonction `revenus` de la bibliothèque partagée, et ils coïncident avec ceux des chapitres 26, 27 et 32.

46.5.2 Normalisation des dépenses et recalcul des taxes

Le vendeur a remis les pièces justificatives de l'exercice en cours : compte de taxes municipales de 5 900 $, compte de taxe scolaire de 470 $, police d'assurance de 3 400 $, factures d'électricité des aires communes totalisant 650 $, contrat de déneigement et d'entretien extérieur de 1 500 $ et dépenses d'entretien et de réparations de 3 200 $. Il n'a inscrit ni frais de gestion, puisqu'il gérait lui-même, ni réserve de remplacement. La normalisation transforme ces montants en dépenses prospectives de première année pour un propriétaire typique, poste par poste, selon les règles du chapitre 28 ; le tableau 46.6 en présente le résultat.

Les taxes sont le poste qui appelle le plus de soin, et le dossier illustre un cas fréquent : le compte déclaré ne se laisse pas reconstituer à partir des taux publiés. Le recalcul de la taxe municipale sur la valeur au rôle 2025-2027 et les tarifs de 2026 donne

$$T_{\text{mun}} = 495\,000\,\$ \times \frac{0{,}7464}{100} + 3 \times (386\,\$ + 195\,\$) = 3\,694{,}68\,\$ + 1\,743\,\$ = 5\,437{,}68\,\$, \tag{46.4}$$

et celui de la taxe scolaire, sur la valeur au rôle moins l'exemption de 25 000 $, $(495\,000\,\$ - 25\,000\,\$) \times 0{,}07899/100 = 371{,}25\,\$$ (Ville de Québec 2026d ; Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026). Le compte municipal déclaré, 5 900 $, excède le recalcul de 462,32 $; le compte scolaire déclaré, 470 $, l'excède de 98,75 $. Trois explications sont possibles et le rapport doit les énoncer plutôt que de choisir en silence : le compte déclaré peut comprendre des taxes de secteur ou des tarifs particuliers que le taux général ne capte pas ; il peut porter sur un exercice antérieur ou sur une valeur au rôle différente de celle que le dossier retient ; ou il peut simplement être erroné, les documents remis par un vendeur n'étant pas vérifiés. La convention de l'ouvrage, appliquée au chapitre 47 comme ici, est de retenir le recalcul aux taux officiels en vigueur, parce que c'est lui que l'acheteur paiera et parce qu'il est traçable jusqu'au règlement municipal, et de signaler l'écart. Le chapitre 32,

qui ne normalisait pas les dépenses, avait conservé les montants déclarés ; c'est la première source de différence entre ses chiffres et ceux du présent chapitre, et elle vaut 561,07 $ de revenu net par année. L'exercice 46.1 mesure l'effet de ce choix sur la valeur.

Les autres postes sont conservés aux montants justifiés, parce qu'ils reposent sur une police, des contrats ou des factures de l'exercice en cours ; l'assurance de 3 400 $ est cohérente avec la hausse des primes habitation documentée par le Bureau d'assurance du Canada (Bureau d'assurance du Canada 2025) pour un immeuble de trois logements, et l'entretien de 3 200 $, soit 1 067 $ par logement, est au-dessus du barème indicatif de 500 $ par logement que la SCHL publiait en 2015 pour les immeubles locatifs du Québec (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015), écart normal pour un bâtiment de 1948 et des prix de 2026. La gestion est imputée à 4 % du revenu brut effectif, soit 1 623,08 $, bien que l'acheteur gérera lui-même : la valeur marchande suppose un acheteur typique qui valorise son temps, et le taux de 4 % se situe entre le 3 % du barème de la SCHL pour les petits immeubles et le forfait de 5 % que le Tribunal administratif du logement admet dans ses calculs (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015). La **réserve de remplacement** est fixée à 1 800 $, soit 600 $ par logement, convention du dossier qui couvre le renouvellement courant des chauffe-eau, revêtements, appareils et scellants relevés au tableau 46.2 ; aucune dépense en capital ponctuelle n'est identifiée à court terme, la toiture et les fenêtres étant récentes, de sorte qu'il n'y a pas ici de flux à traiter séparément comme au chapitre 47.

Tableau 46.6. Normalisation des dépenses de première année : montant déclaré, règle appliquée et montant normalisé (données synthétiques, $ courants).

Poste	Déclaré ($)	Règle de normalisation	Normalisé ($)	% du RBE
Taxes municipales	5 900	rôle 495 000 $ au taux de 0,7464 $ par 100 $, plus tarifs 3 × (386 + 195) $	5 437,68	13,4
Taxe scolaire	470	(495 000 − 25 000) $ au taux de 0,07899 $ par 100 $	371,25	0,9
Assurances	3 400	police en vigueur	3 400,00	8,4
Électricité (aires communes)	650	factures de l'exercice	650,00	1,6
Déneigement et entretien extérieur	1 500	contrat	1 500,00	3,7
Entretien et réparations	3 200	déclaré (1 067 $ par logement)	3 200,00	7,9
Gestion	0	imputée à 4 % du RBE	1 623,08	4,0
Dépenses hors réserve	15 120		16 182,01	39,9
Réserve de remplacement	0	600 $ par logement (convention)	1 800,00	4,4
Dépenses totales	15 120		17 982,01	44,3

Source : [données synthétiques] `cas2_quebec_depenses.csv` ; taux et tarifs : Ville de Québec (2026d) et Centre de services scolaire des Hautes-Rivières (2026) ; script `ch46_dossier.py`, fonctions `taxes_2026` et `depenses_normalisees_2026`, revenu net par `traite.cas2.rne`.

46.5.3 Le revenu net d'exploitation normalisé

Le revenu net d'exploitation de première année est

$$RNE_1 = RBE - DE - RR = 40\,577{,}04\,\$ - 16\,182{,}01\,\$ - 1\,800\,\$ = 22\,595{,}03\,\$, \tag{46.5}$$

soit 7 531,68 $ par logement et 86,24 $/m² de superficie habitable, pour un ratio de dépenses de 44,3 % du revenu brut effectif. Aux loyers de marché, le même calcul donnerait 29 579,03 $. Le ratio de dépenses est nettement supérieur à la médiane de 35,7 % des 127 ventes du dossier, et cette différence pèsera sur la méthode du revenu : elle tient aux coûts fixes par logement d'un petit immeuble, aux taxes et tarifs unitaires, à l'assurance d'un bâtiment ancien, et à l'imputation d'une gestion et d'une réserve que les fiches de courtage des ventes comparables ne comptent pas. Le revenu net du chapitre 32, calculé sur les taxes déclarées, était de 22 033,96 $; l'écart de 561,07 $ est entièrement attribuable au recalcul des taxes. L'un et l'autre proviennent de la même fonction `rne` de la bibliothèque partagée, appliquée à deux tableaux de dépenses, de sorte que la différence est traçable et que le lecteur peut choisir l'une ou l'autre convention en connaissance de cause.

46.6 Méthode de comparaison

46.6.1 Les cinq comparables

La méthode de comparaison est la méthode principale pour un triplex de quartier central dont l'acheteur probable est un occupant, pour les raisons que le chapitre 32 a développées : elle mesure directement ce que paient ces acheteurs, sans passer par un revenu qu'ils ne valorisent qu'indirectement. Parmi les 127 ventes de duplex et de triplex des quatre quartiers de la Basse-Ville survenues entre septembre 2024 et août 2026, vingt-huit sont des triplex de Limoilou ; la distance d'attributs du chapitre 16, calculée par la fonction `distance_attributs` de la bibliothèque avec les échelles et les poids déclarés au chapitre 32, en retient cinq, les mêmes que le chapitre 32 : Q0187, Q0222, Q0243, Q0207 et Q0235. Le tableau 46.7 les décrit. Tous sont des triplex de Limoilou vendus entre novembre 2025 et juillet 2026, de 243 à 286 m² habitables, construits entre 1923 et 1957, avec une case de stationnement ; leurs loyers relatifs vont de 0,898 à 0,957, tous supérieurs à celui du sujet, et leurs prix de 787 000 $ à 1 023 000 $, soit de 262 333 $ à 341 000 $ par logement et de 3 210 $/m² à 4 142 $/m². Les cinq comparables se situent dans la moitié supérieure de la distribution des triplex de Limoilou, dont la médiane est de 295 000 $ par logement sur vingt-huit ventes ; c'est l'effet de la sélection sur la date, l'état et la superficie, et c'est aussi la raison pour laquelle il faut ajuster plutôt que de prendre une médiane.

46.6.2 Extraction des ajustements par régression auxiliaire

Faute de paires de ventes appariées en nombre suffisant dans un échantillon de 127 transactions, les ajustements sont extraits d'une régression auxiliaire, procédé que le chapitre 17 a présenté comme la méthode d'extraction la plus économe lorsque l'échantillon est hétérogène et que le chapitre 47 a appliqué à des immeubles de rapport. Le logarithme du prix par logement est régressé, sur les 127 ventes, sur l'ancienneté de la vente en mois, le logarithme de la superficie habitable par logement, l'âge, l'état, le stationnement, le logarithme du loyer de marché moyen par logement, le loyer relatif, un indicateur de triplex et trois indicateurs de quartier, Limoilou servant de référence. Le tableau 46.8 donne les coefficients. Le modèle explique 72,7 % de la variance avec un écart-type résiduel de 9,7 %, et six coefficients sont estimés avec précision : l'ancienneté de la vente, −0,599 % par mois, soit une croissance annuelle implicite des prix de 7,45 %, cohérente avec le rythme du rôle et avec les hausses publiées par l'APCIQ ; la superficie par logement, avec une élasticité de 0,644, ce qui signifie

Tableau 46.7. Le sujet et les cinq comparables triplex de Limoilou : loyers mensuels moyens par logement, prix et prix par logement en dollars (données synthétiques).

Vente	m²	m²/log.	Âge	État	Contrat	Marché	ρ	Prix	Prix/log.	MRB	Taux (%)
Sujet	262	87,3	78	3	1 162	1 370	0,848	—	—	—	—
Q0187	243	81,0	76	3	1 053	1 173	0,898	787 000	262 333	20,75	2,97
Q0222	286	95,3	92	4	1 092	1 187	0,920	918 000	306 000	23,35	2,62
Q0243	247	82,3	96	3	1 286	1 352	0,951	1 023 000	341 000	22,09	2,99
Q0207	269	89,7	69	2	1 146	1 197	0,957	910 000	303 333	22,05	3,09
Q0235	275	91,7	103	1	1 214	1 327	0,915	922 000	307 333	21,10	2,68
Médiane des cinq	269	89,7	92	3	1 146	1 197	0,920	918 000	306 000	22,05	2,97

Source : [données synthétiques] `cas2_quebec_ventes_plex.csv` ; sélection par `ch32_plex.selection_comparables` (distance d'attributs du chapitre 16) ; dates de vente au tableau 46.9 ; âge à la date d'évaluation (construction 1923 à 1957 ; sujet 1948) ; loyers mensuels moyens par logement ; tous les comparables ont une case de stationnement ; script `ch46_dossier.py`.

qu'un logement 10 % plus grand se vend environ 6,3 % plus cher ; l'âge, −0,40 % par année ; l'état, 4,9 % par échelon ; le stationnement, 5,1 % ; et le niveau du loyer de marché, avec une élasticité de 0,262. Le coefficient du loyer relatif est positif mais imprécis ($t = 1{,}18$) ; celui de l'indicateur de triplex est négatif et à la limite de la significativité ; Maizerets se vend 8,7 % moins cher que Limoilou, Saint-Sauveur et Saint-Roch n'en sont pas distinguables. La règle appliquée dans la grille est celle du chapitre 17 : seuls les coefficients dont la statistique t dépasse 2 en valeur absolue servent à ajuster ; le loyer relatif n'est donc pas ajusté dans la comparaison, et son effet, qui porte sur le rendement plutôt que sur le prix, est traité par le multiplicateur et par le taux à la section 46.7.

46.6.3 La grille d'ajustements en dollars par logement

La grille suit l'ordre conventionnel de l'ouvrage, exposé au chapitre 17 : d'abord l'ajustement de conditions du marché, en proportion du prix, qui ramène chaque vente à la date d'évaluation au taux annuel de 7,45 % extrait de la régression (fonction `ajustement_temps_taux` de la bibliothèque) ; puis les ajustements d'attributs, additifs, exprimés en dollars par logement sur la base ajustée du temps, chacun étant la différence entre le prix prédit pour la caractéristique du sujet et celui prédit pour la caractéristique du comparable :

$$\begin{aligned} P_j^{\text{aj}} &= P_j^{t} + \sum_{k} A_{jk}, \qquad P_j^{t} = P_j\,(1+g)^{m_j/12}, \\ A_{jk} &= P_j^{t}\left[e^{\hat{\beta}_k (x_{sk} - x_{jk})} - 1\right], \end{aligned} \tag{46.6}$$

où P_j est le prix par logement, m_j l'ancienneté de la vente en mois, P_j^{t} le prix ajusté du temps et x_{sk}, x_{jk} les caractéristiques du sujet et du comparable (logarithme de la superficie par logement, âge, état, stationnement, logarithme du loyer de marché). Le signe est celui du point de vue du sujet : positif lorsque le sujet est supérieur au comparable. Le tableau 46.9 présente la grille ; la figure 46.2 illustre la cascade pour Q0243, le comparable le plus récent et le plus proche.

Tableau 46.8. Régression auxiliaire du logarithme du prix par logement sur 127 ventes de duplex et de triplex (données synthétiques).

Variable	Coefficient	Erreur-type	t	Lecture
Constante	7,901 27	0,574 61	13,75	
Ancienneté de la vente (mois)	−0,005 99	0,001 27	−4,71	+7,45 %/an implicite
ln(m² par logement)	0,644 39	0,060 32	10,68	élasticité 0,64
Âge (années)	−0,004 01	0,000 53	−7,51	−0,40 % par année
État (1 à 5)	0,048 91	0,011 01	4,44	+5,0 % par échelon
Stationnement (0/1)	0,051 11	0,017 41	2,94	+5,2 %
ln(loyer de marché moyen)	0,262 47	0,073 67	3,56	élasticité 0,26
Loyer relatif ρ	0,160 33	0,136 10	1,18	non significatif ; non appliqué
Triplex (vs duplex)	−0,033 11	0,018 40	−1,80	sans objet (sujet et comparables triplex)
Saint-Sauveur (vs Limoilou)	−0,022 34	0,025 56	−0,87	sans objet
Saint-Roch (vs Limoilou)	0,011 62	0,025 53	0,46	sans objet
Maizerets (vs Limoilou)	−0,087 15	0,022 50	−3,87	sans objet

$n = 127$; $R^2 = 0{,}727$; écart-type résiduel 0,097 ; erreurs-types classiques.

Source : [données synthétiques] script `ch46_dossier.py`, fonction `regression_auxiliaire` (moindres carrés ordinaires, `numpy`).

Tableau 46.9. Grille d'ajustements des prix par logement des cinq comparables (données synthétiques, $ par logement).

Vente (date)	Prix/log.	Temps	Superf.	Âge	État	Loyer m.	Prix aj.	Brut (%)	Net (%)	Poids
Q0187 (25-11)	262 333	15 134	13 792	−2 215	0	11 558	300 603	16,3	14,6	0,220
Q0222 (26-05)	306 000	6 758	−17 175	18 046	−14 930	12 015	310 715	22,5	1,5	0,159
Q0243 (26-07)	341 000	2 627	13 306	25 699	0	1 217	383 849	12,6	12,6	0,285
Q0207 (26-03)	303 333	10 752	−5 291	−11 125	15 744	11 349	324 762	17,9	7,1	0,200
Q0235 (26-06)	307 333	4 324	−9 575	32 836	32 029	2 640	369 586	26,5	20,3	0,135
Prix par logement pondéré (poids $\propto 1/\text{brut}$)							340 122			1,000

Valeur $= 3 \times 340\,122 = 1\,020\,367$ $; moyenne simple 337 903 ; médiane 324 762 ; min. 300 603 ; max. 383 849 ; écart-type pondéré 34 516 ; stationnement et ρ : ajustements nuls.

Source : [données synthétiques] `traite.comparables` (`ajustement_temps_taux`, `ComparableAjuste`, `poids_inverse_brut`, `reconciliation`) ; stationnement : tous ont une case ; ρ : coefficient non significatif, non appliqué ; script `ch46_dossier.py`, fonction `grille_ajustements`.

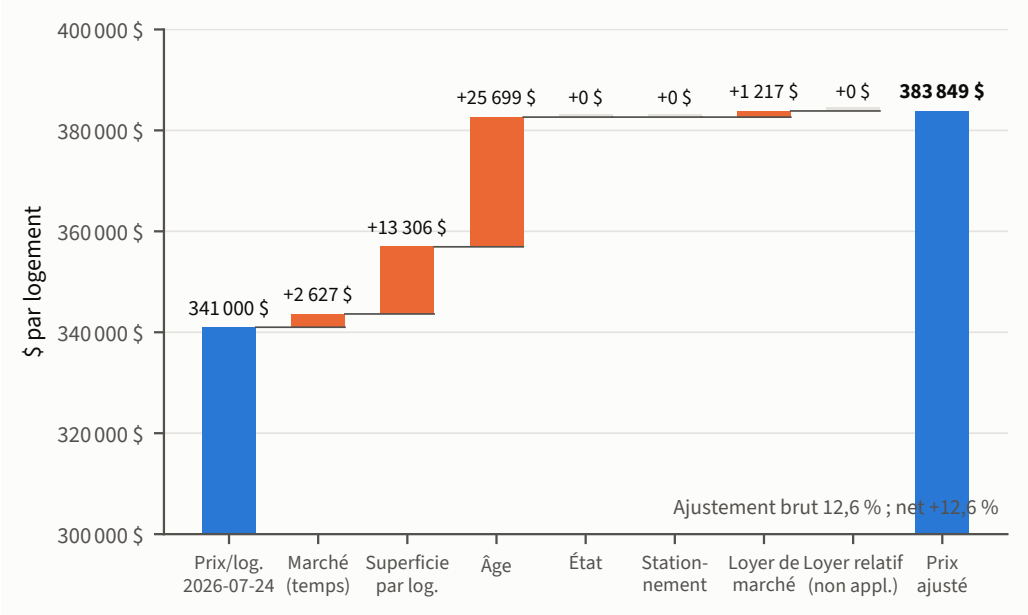


FIGURE 46.2. Cascade des ajustements du comparable Q0243, du prix par logement payé le 24 juillet 2026 au prix ajusté : les conditions du marché ajoutent 0,8 % pour cinq semaines, la superficie par logement et l'âge, plus favorables au sujet, ajoutent respectivement 13 306 $ et 25 699 $, l'état et le stationnement sont identiques, le niveau de loyer de marché ajoute 1 217 $ et le loyer relatif n'est pas ajusté ; l'ajustement brut est de 12,6 %, le plus faible des cinq, ce qui vaut à ce comparable le poids le plus élevé.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch46_figures.py`, graine 20261031.

La lecture de la grille est instructive à plusieurs titres. Les ajustements de temps vont de 2 627 $ pour Q0243, vendu cinq semaines avant la date d'évaluation, à 15 134 $ pour Q0187, vendu neuf mois plus tôt : dans un marché qui progresse de sept pour cent par année, la date de la vente est le premier ajustement à faire, et le chapitre 32, qui n'indexait pas ses médianes, le signalait déjà. Les ajustements d'âge sont les plus importants en valeur absolue : le sujet, de 1948, est plus jeune que Q0222, Q0243 et Q0235, de 1934, 1930 et 1923, d'où des ajustements positifs de 18 046 $, 25 699 $ et 32 836 $ par logement, et plus vieux que Q0207, de 1957, d'où un ajustement négatif. Les ajustements d'état corrigent Q0222, en meilleur état que le sujet, et Q0207 et Q0235, en moins bon état, le dernier de deux échelons. Le niveau de loyer de marché, qui capte la qualité et la taille des logements au-delà de la superficie, ajoute de 1 217 $ à 12 015 $ selon le comparable, parce que les 5½ du sujet ont un loyer de marché supérieur à la moyenne des logements des comparables. Les ajustements nets sont tous positifs : le sujet est, toutes caractéristiques confondues, légèrement supérieur à chacun de ses comparables, ce qui est le signe d'un échantillon qui ne l'encadre pas parfaitement et que le chapitre 17 invite à signaler ; l'ajustement brut reste toutefois inférieur au seuil d'usage de 25 % pour quatre des cinq comparables, et Q0235 ne le dépasse que de peu.

La pondération inversement proportionnelle à l'ajustement brut, règle de l'équation (17.17) rappelée au chapitre 20, donne un prix par logement de 340 122 $, l'écart-type pondéré étant de 34 516 $ par logement, soit 10,1 %. L'indication de la méthode est

$$\hat{V}_{\text{comp}} = 3 \times 340\,122\,\$ = 1\,020\,367\,\$, \tag{46.7}$$

avec une moyenne simple de 1 013 709 $, une médiane de 974 287 $ et une étendue de 901 809 $ à 1 151 547 $, soit 24,5 % de la valeur pondérée. L'erreur-type de la moyenne pondérée des prix ajustés, $\sigma_w \sqrt{\sum_j w_j^2} = 47\,848\,\$$ pour l'immeuble entier, servira à construire la fourchette de la section 46.10. Cette indication excède de 11,2 % celle que le chapitre 32 tirait de la médiane des mêmes cinq ventes, 918 000 $: la différence vient, pour l'essentiel, de l'indexation à la date d'évaluation, que la médiane n'incorporait pas, et des ajustements d'âge, le sujet étant plus récent que trois comparables sur cinq. Elle est la mesure de ce que vaut une grille explicite par rapport à une médiane de ventes proches : non pas une autre méthode, mais la même méthode poussée jusqu'au bout.

46.7 Méthode du revenu

46.7.1 Le multiplicateur du revenu brut

Le multiplicateur du revenu brut (MRB), rapport du prix au revenu brut potentiel contractuel, est l'indicateur que les courtiers et les acheteurs de plex utilisent le plus ; le chapitre 29 a montré qu'il est lié au taux global par l'identité $R = (1 - v)(1 - d)/MRB$, où d est le ratio de dépenses, et le chapitre 32 qu'il croît lorsque le loyer relatif baisse, parce que le marché paie le potentiel de rattrapage. Les cinq comparables se sont vendus entre 20,75 et 23,35 fois leur revenu brut, médiane 22,05, contre une médiane de 19,82 pour les soixante-sept triplex de l'échantillon et de 20,1 pour les vingt-huit triplex de Limoilou ; la figure 46.3 situe ces valeurs. Appliquée au revenu contractuel du sujet, la médiane des comparables donne

$$\hat{V}_{\text{MRB}} = 22{,}05 \times 41\,832\,\$ = 922\,396\,\$, \tag{46.8}$$

indication identique à celle du chapitre 32, puisque ni les comparables ni le revenu brut n'ont changé. Elle n'est pas ajustée pour le loyer relatif, et c'est un choix prudent : les cinq comparables ont des loyers relatifs de 0,898 à 0,957, plus proches du marché que le sujet (0,848), et la régression du logarithme du multiplicateur sur le loyer relatif estimée au chapitre 32 sur les 127 ventes, de pente −0,956, voudrait que le sujet se vende à un multiplicateur plus élevé que ses comparables ; la médiane des multiplicateurs ainsi ajustés serait de 24,38 et l'indication de 1 019 940 $, presque identique à celle de la grille. L'évaluateur retient la médiane non ajustée, parce que la relation entre multiplicateur et loyer relatif est estimée avec un R^2 de 0,11 et qu'un ajustement de dix pour cent fondé sur une pente aussi imprécise ajouterait plus de variance qu'il n'en retirerait ; il rapporte toutefois l'indication ajustée comme borne haute de vraisemblance.

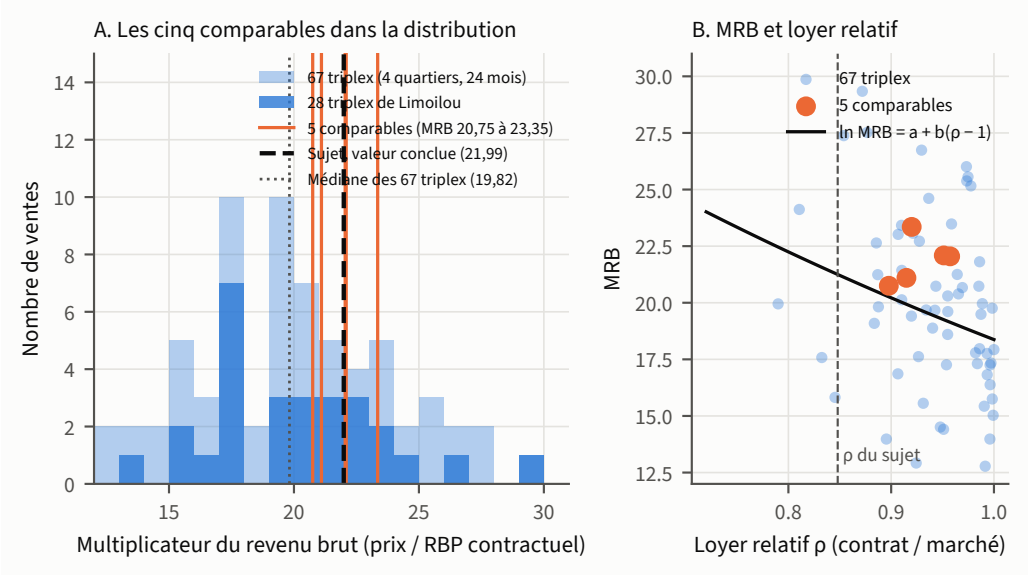


Figure 46.3. À gauche, distribution du multiplicateur du revenu brut des soixante-sept triplex de l'échantillon et des vingt-huit triplex de Limoilou, avec les cinq comparables (traits pleins), la médiane de l'échantillon (pointillé) et le multiplicateur implicite de la valeur conclue (tireté) : les comparables retenus se vendent à des multiplicateurs supérieurs à la médiane parce qu'ils sont récents, en bon état et sous-loués. À droite, le multiplicateur des triplex en fonction du loyer relatif, avec la droite estimée au chapitre 32 et le loyer relatif du sujet : plus les loyers sont sous le marché, plus le multiplicateur est élevé, mais la relation est lâche.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch46_figures.py`, graine 20261031.

46.7.2 La capitalisation directe et le choix du taux

La capitalisation directe applique au revenu net normalisé un taux global extrait de ventes dont le revenu net est défini de la même manière, convention de l'annexe des conventions de calcul que le chapitre 29 a érigée en règle. Le tableau 46.10 présente les taux candidats et les indications correspondantes. Le taux médian des 127 ventes est de 3,17 %, avec des quartiles de 2,76 % et 3,615 % ; le taux médian des cinq comparables est de 2,97 % ; et le taux ajusté au loyer relatif du sujet par la régression du chapitre 32, $R = 3{,}451\,\% + 0{,}0284\,(\rho_s - 1)$, est de 3,02 %. Le dossier retient ce dernier, pour les raisons que le chapitre 32 a données : une

médiane de cinq taux est instable, et la régression utilise toute l'information des 127 ventes sur la relation entre taux et loyers. L'indication est

$$\hat{V}_{\text{cap}} = \frac{RNE_1}{R_s} = \frac{22\,595{,}03\,\$}{0{,}0302} = 748\,126\,\$, \tag{46.9}$$

contre 729 549 $ au chapitre 32 : la différence de 18 577 $ est l'effet du recalcul des taxes, 561,07 $ de revenu net capitalisés à 3,02 %, et rien d'autre.

Tableau 46.10. Taux globaux candidats et indications par capitalisation directe du revenu net normalisé de 22 595,03 $ (données synthétiques).

Taux	Taux (%)	Indication ($)	Écart au retenu (%)
Premier quartile des 127 ventes	2,760	818 660	9,4
Médiane des cinq comparables	2,970	760 775	1,7
Ajusté au loyer relatif du sujet (retenu)	3,020	748 126	0,0
Médiane des 127 ventes	3,170	712 777	−4,7
Troisième quartile des 127 ventes	3,615	625 035	−16,5
Pour mémoire : taux ajusté sur le revenu net aux taxes déclarées (ch. 32)	3,020	729 549	−2,5
Taux implicite de l'indication par comparaison (46.7)	2,214	1 020 367	36,4

Source : [données synthétiques] `traite.cas2.indicateurs_marche` ; `ch32_plex.regression_taux_loyer_relatif` ; `traite.finance.capitalisation_directe` ; script `ch46_dossier.py`, fonction `indications_revenu`.

46.7.3 Pourquoi le taux est bas et ce que dit le taux implicite

Un taux global de trois pour cent surprend le lecteur habitué aux immeubles de rapport, dont les taux se situent entre 5 % et 6 % à Québec selon CBRE (CBRE Canada 2026). Le chapitre 32 en a donné la décomposition : le taux aux loyers en place est le taux d'un investisseur, diminué d'une prime d'occupation et d'un écart pour loyers sous le marché, $R_c = R^* - (R^* - R_m) - (R_m - R_c)$. Dans le dossier, aux loyers de marché, le revenu net serait de 29 579,03 $; rapporté à l'indication par comparaison, il donne un taux « au marché » R_m de 2,90 %, et aux loyers en place un taux de 2,21 %. Si l'on emprunte, comme au chapitre 32, un taux d'investisseur de 5,00 % à la borne basse de la fourchette de CBRE, la prime d'occupation représenterait 36 % de l'indication par comparaison ; avec 4,50 %, 29 %. Cette lecture dépend entièrement d'un taux que le marché des plex ne révèle pas ; elle sert à comprendre, non à évaluer.

La lecture inverse, celle du **taux implicite**, est plus utile à la réconciliation. Le taux implicite d'un prix est le revenu net du sujet divisé par ce prix ; pour l'indication par comparaison, il est de 2,21 %, soit 81 points de base sous le taux ajusté de 3,02 % que la régression attribue au sujet. L'écart a deux causes que l'on peut séparer. La première est la structure de dépenses : le taux de 3,02 % a été extrait de ventes dont le ratio de dépenses médian est de 35,7 %, alors que celui du sujet, normalisé avec gestion et réserve, est de 44,3 % ; si l'on recalculait le revenu net du sujet au ratio médian des ventes, il serait de 26 091 $ et le taux implicite de la comparaison de 2,56 %, ce qui ramène l'écart à 46 points de base.

La seconde est la sélection : les cinq comparables sont plus récents, mieux situés dans la distribution et plus proches de la date d'évaluation que les 127 ventes sur lesquelles le taux a été estimé, et leur propre taux médian, 2,97 %, est déjà inférieur au taux ajusté. L'indication par capitalisation n'est donc pas une erreur ; elle dit ce que vaudrait le sujet pour un acheteur qui raisonnerait sur son revenu net normalisé au taux moyen d'un marché d'occupants. L'acheteur probable ne raisonne pas ainsi, et c'est pourquoi le poids de cette indication sera limité ; mais elle rappelle que le prix de comparaison suppose une structure de dépenses plus légère que celle du sujet, et elle borne la valeur par le bas.

46.8 Méthode du coût : un contrôle, non une indication

La méthode du coût n'est pas pondérée dans ce dossier, et la règle 2.3 des Normes exige que l'évaluateur motive l'écart d'une méthode traditionnelle (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). La motivation est double : pour un bâtiment de 1948, la dépréciation accumulée représente les deux tiers du coût neuf et ne peut être mesurée qu'à dix points près ; et la valeur du terrain d'un lot de 310 m² dans un quartier où il ne se vend pas de terrains vacants ne peut être qu'une hypothèse. Le calcul est néanmoins conduit, parce qu'il est un contrôle de cohérence et parce qu'il enseigne quelque chose sur la composition du prix. Le coût neuf par mètre carré est emprunté au devis du cas 1 établi au chapitre 21, 2 409 $/m² de superficie habitable au troisième trimestre de 2026 pour une maison de 165 m², transposé à la superficie du sujet par l'élasticité de taille de −0,10 de l'équation (21.6), soit 2 300 $/m², puis corrigé du rapport des indices des prix de la construction de bâtiments de Montréal pour les appartements de moins de cinq étages et pour les maisons individuelles au troisième trimestre de 2026, 118,5 contre 116,5 (Statistique Canada 2026e), soit 2 340 $/m² et un coût neuf de

$$C_N = 2\,339{,}63\,\$/\mathrm{m}^2 \times 262\,\mathrm{m}^2 = 612\,983\,\$. \tag{46.10}$$

L'âge effectif suit la convention des chapitres 11 et 24 : avec un âge chronologique de 78 ans, une note d'état de 3 à laquelle correspond une fraction de vie consommée de 0,5 et une vie économique totale de 90 ans, hypothèse du dossier pour un plex de brique entretenu, $a_{\text{eff}} = 0{,}5 \times 78 + 0{,}5 \times 0{,}5 \times 90 = 61{,}5$ ans, et la dépréciation âge-vie est de $61{,}5/90 = 68{,}3\,\%$ du coût neuf, soit 418 872 $. La contribution du bâtiment est donc de 194 111 $. Le terrain est posé à 900 $ le mètre carré, soit 279 000 $, hypothèse déclarée et non vérifiée du dossier ; l'indication par le coût est de

$$\hat{V}_{\text{coût}} = V_L + C_N - D = 279\,000\,\$ + 612\,983\,\$ - 418\,872\,\$ = 473\,111\,\$, \tag{46.11}$$

soit à peine plus de la moitié des indications par comparaison. Le tableau 46.11 fait varier le terrain de 700 $ à 1 100 $ le mètre carré et la vie économique de 80 à 100 ans : l'indication reste comprise entre 378 000 $ et 581 000 $, toujours très inférieure au marché.

L'écart entre le coût déprécié et le marché n'est pas une anomalie du dossier ; il est la règle pour les plex anciens des quartiers centraux, et il faut le lire correctement. Si l'on retient le coût neuf et le terrain du dossier, la valeur de marché de 920 000 $ conclue à la section 46.10 implique une contribution du bâtiment de 641 000 $, supérieure au coût neuf lui-même : la dépréciation extraite du marché, au sens de l'équation (24.14), serait négative, de −4,6 %. Cela ne signifie pas qu'un bâtiment de 1948 vaut plus que neuf ; cela signifie que l'une au moins des deux hypothèses est fausse, et c'est presque certainement celle du terrain : dans un

Tableau 46.11. Indication par le coût selon la valeur unitaire du terrain, la vie économique et la fraction de vie consommée (données synthétiques, hypothèses déclarées).

Terrain ($/m^2)	Vie (ans)	φ	Âge effectif	Dépréciation (%)	Terrain ($)	Indication ($)
700	80	0,50	59,0	73,8	217 000	377 908
700	90	0,50	61,5	68,3	217 000	411 111
700	100	0,50	64,0	64,0	217 000	437 674
900	80	0,50	59,0	73,8	279 000	439 908
900	**90**	**0.50**	**61.5**	**68.3**	**279000**	**473111**
900	100	0,50	64,0	64,0	279 000	499 674
900	90	0,35	54,8	60,8	279 000	519 085
1 100	80	0,50	59,0	73,8	341 000	501 908
1 100	90	0,50	61,5	68,3	341 000	535 111
1 100	100	0,50	64,0	64,0	341 000	561 674
1 100	90	0,35	54,8	60,8	341 000	581 085

Source : [données synthétiques] `traite.cout` (`cout_par_superficie_ajuste`, `indexer_cout`, `depreciation_age_vie`, `valeur_par_cout`) ; coût unitaire de référence du chapitre 21 ; IPCB Statistique Canada (2026e) ; script `ch46_dossier.py`, fonction `sensibilite_cout`.

quartier central où l'on ne construit plus de plex, la valeur du droit de bâtir trois logements sur un lot de 310 m² est bien supérieure à 900 $ le mètre carré, et c'est le terrain, non le bâtiment, qui porte la hausse des prix. Shilling et al. (1991) ont montré que la dépréciation mesurée sur le marché des logements locatifs dépend fortement de la façon dont on sépare terrain et bâtiment ; Hulten et Wykoff (1981) ont rappelé que les profils de dépréciation estimés sur les transactions sont géométriques et lents pour les bâtiments bien entretenus. La méthode du coût, dans ce dossier, dit au lecteur que le prix d'un triplex de Limoilou est, pour l'essentiel, un prix de localisation et de service de logement ; elle ne peut pas le mesurer, et c'est pourquoi elle est écartée. Le chapitre 25 discute l'extraction de la valeur du terrain par abstraction et par allocation, qui aurait donné une hypothèse mieux fondée si des ventes de terrains ou des ratios terrain/bâtiment locaux avaient été disponibles.

46.9 Financement de l'acheteur-occupant

Cette section relève de la consultation, non de l'opinion de valeur : elle répond à la seconde question du client, ce que lui coûtera l'immeuble, et elle le fait au prix de la valeur conclue à la section 46.10, 920 000 $, pour que le lecteur dispose d'un dossier cohérent. Elle éclaire aussi la valeur elle-même, parce que les conditions de financement des occupants expliquent, mieux que tout autre facteur, les prix que ce segment atteint.

46.9.1 Mise de fonds, prêt assuré et versement

L'acheteur-occupant d'un immeuble de un à quatre logements est admissible au prêt hypothécaire résidentiel assuré, dont le gouvernement fédéral fixe les paramètres : depuis le 15 décembre 2024, le prix assurable est plafonné à 1 500 000 $ et la mise de fonds minimale est de 5 % de la tranche du prix qui ne dépasse pas 500 000 $ et de 10 % de la tranche comprise entre 500 000 $ et 1 500 000 $; l'amortissement peut atteindre trente ans pour un premier

acheteur ou une construction neuve, vingt-cinq ans autrement (Ministère des Finances Canada 2024). Par l'équation (31.12), la mise de fonds minimale au prix de 920 000 $ est

$$E_{\min} = 0{,}05 \times 500\,000\,\$ + 0{,}10 \times 420\,000\,\$ = 67\,000\,\$, \tag{46.12}$$

soit 7,3 % du prix, et le prêt de 853 000 $, ratio prêt-valeur de 92,7 %, prime d'assurance non comprise. La prime d'assurance prêt hypothécaire, qui dépend du ratio prêt-valeur et s'ajoute en général au capital emprunté, n'est pas modélisée : le barème des assureurs pour les prêts résidentiels n'a pas été vérifié dans un document primaire au dépôt, et le barème des immeubles collectifs que le chapitre 47 a utilisé ne s'applique pas à un prêt résidentiel ; le rapport le dit et indique que la prime augmenterait le capital et le versement de quelques pour cent.

Les hypothèques canadiennes à taux fixe portent intérêt composé semestriellement (Canada 1985, art. 6), de sorte que le taux mensuel équivalent et le versement sont, par l'équation (31.3),

$$i_m = \left(1 + \frac{0{,}0412}{2}\right)^{1/6} - 1 = 0{,}340\,6\,\%, \qquad PMT = 853\,000\,\$\,\frac{i_m}{1 - (1 + i_m)^{-300}} = 4\,542{,}61\,\$, \tag{46.13}$$

au taux de 4,12 % des fonds avancés pour les prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus en août 2026 (Banque du Canada 2026b), amorti sur vingt-cinq ans. Le service annuel de la dette est de 54 511,37 $, la constante hypothécaire de 6,39 % ; la première année, 34 473,28 $ de ces versements sont des intérêts et 20 038,09 $ du remboursement de capital ; après cinq ans, le solde est de 744 114,34 $ et le capital remboursé de 108 885,66 $, soit 21 777,13 $ par année en moyenne. Le prêteur qualifie l'emprunteur à un taux supérieur au taux du contrat : la ligne directrice du Bureau du surintendant des institutions financières impose, pour les prêts non assurés, un taux admissible minimal égal au plus élevé du taux contractuel majoré de deux points et de 5,25 % (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b), règle que le dossier applique par analogie au prêt assuré, comme le chapitre 32, faute d'avoir vérifié la règle propre aux prêts assurés : le taux admissible est de 6,12 % et le versement de référence de 5 518,54 $, supérieur de 21,5 % au versement contractuel.

Les prêteurs tiennent compte d'une partie des loyers des logements loués pour qualifier l'emprunteur, soit en les ajoutant à son revenu, soit en les déduisant du versement ; la fraction admise et la méthode varient d'un prêteur et d'un assureur à l'autre et ne sont pas codifiées dans un texte public vérifié au dépôt. Le dossier n'avance donc aucun pourcentage. Il se borne à constater que les loyers bruts des deux logements conservés, 2 439 $ par mois, couvrent 53,7 % du versement contractuel et 44,2 % du versement au taux admissible : quelle que soit la règle du prêteur, une part importante de la capacité d'emprunt du couple vient des locataires, et c'est précisément ce qui rend le plex accessible à des ménages qui ne pourraient pas porter seuls un prêt de 853 000 $. Le tableau 46.12 rassemble les chiffres du financement et du coût d'occupation.

46.9.2 Droits de mutation et liquidités à la signature

La base d'imposition des droits sur les mutations immobilières est le plus élevé du prix, de la contrepartie stipulée et de la valeur au rôle multipliée par le facteur comparatif, soit ici 495 000 $ × 1,08 = 534 600 $ (Québec 1976, art. 1.1 et 2) ; le prix l'emporte. Au barème de la

Ville de Québec pour 2026, les droits sont

$$D = 0{,}005 \times 62\,900 + 0{,}01 \times (315\,000 - 62\,900) + 0{,}015 \times (500\,000 - 315\,000) + 0{,}025 \times (750\,000 - 500\,000) + 0{,}03 \times (920\,000 - 750\,000) = 16\,960{,}50\,\$, \tag{46.14}$$

soit 1,84 % du prix (Ville de Québec 2026a ; Gouvernement du Québec 2026g). Avec la mise de fonds, le besoin de liquidités à la signature est de 83 960,50 $, avant les frais de notaire, d'inspection, d'évaluation et les ajustements de taxes et de loyers à la date de l'acte ; il faut y ajouter, dans les mois qui suivent, la prime d'assurance si elle n'est pas financée.

46.9.3 Le coût net d'occupation du rez-de-chaussée

Le critère de décision de l'acheteur-occupant, formalisé par l'équation (32.5), est le coût net d'occupation : le service de la dette, plus les dépenses d'exploitation qu'il supporte, plus le coût d'opportunité de sa mise de fonds, moins les loyers nets des logements qu'il conserve. Le dossier le calcule pour la première année complète d'occupation, après la reprise du rez-de-chaussée au 1er juillet 2027, avec les dépenses normalisées de la section 46.5 hors gestion imputée, puisque le couple gérera lui-même, et un coût d'opportunité de 3,58 % sur la mise de fonds, rendement de l'obligation du Canada à cinq ans le 29 octobre 2026 (Banque du Canada 2026c) :

$$C_{\text{occ}} = 54\,511{,}37\,\$ + 16\,358{,}93\,\$ + 2\,398{,}60\,\$ - 28\,389{,}96\,\$ = 44\,878{,}94\,\$, \tag{46.15}$$

soit 3 739,91 $ par mois. Les loyers nets perçus sont ceux du deuxième et du troisième étage, 2 439 $ par mois, moins la provision de 3 %. En retranchant le remboursement moyen de capital des cinq premières années, qui est une épargne et non un coût, le coût économique mensuel hors capital est de 1 925,15 $, à comparer au loyer de marché de 1 430 $ du logement occupé : se loger en propriétaire coûte ici 34,6 % de plus que louer un logement équivalent, écart que le couple accepte en échange de la propriété d'un immeuble dont il anticipe l'appréciation et dont les loyers rejoindront lentement le marché. Si le couple reprenait plutôt le deuxième étage, au loyer contractuel plus élevé, il renoncerait à 141 $ de plus par mois et son coût net serait de 3 876,68 $; la reprise du logement le plus sous-loué est la décision rationnelle, sous les conditions juridiques de la section 46.3.

La dernière ligne du tableau mérite un commentaire : le revenu net normalisé du sujet, 22 595 $, ne couvre que 41 % du service de la dette que l'acheteur contractera. Pour un prêteur d'immeubles collectifs, qui exige une couverture de 1,20 au moins comme au chapitre 47, l'acquisition serait infinançable, et le prêt maximal par la couverture serait de l'ordre de 295 000 $, moins du tiers du prix. Le marché des triplex n'est donc pas un marché d'investisseurs financés sur le revenu ; c'est un marché d'occupants financés sur leur revenu personnel et aidés des loyers, et toute méthode qui l'évalue comme un immeuble de rapport se trompe de marché.

46.9.4 Sensibilité : taux, mise de fonds et amortissement

Le tableau 46.13 et la figure 46.4 font varier les trois paramètres que le client contrôle ou subit. Le taux hypothécaire domine : cent points de base de plus portent le coût économique hors capital de 1 925 $ à 2 607 $ par mois, deux cents points de base à 3 292 $, plus du double du loyer de marché du logement occupé ; à l'inverse, à 3,12 %, il tomberait à 1 250 $, sous le

Tableau 46.12. Financement résidentiel assuré de l'acheteur-occupant au prix de 920 000 $ et coût net d'occupation du rez-de-chaussée, première année complète (données synthétiques).

Élément	Montant ($)	Source ou règle
Prix (valeur conclue)	920 000,00	section 46.10
Mise de fonds minimale (5 % / 10 %)	67 000,00	Ministère des Finances Canada (2024)
Prêt assuré (RPV 92,7 %, prime non comprise)	853 000,00	
Versement mensuel (4,12 %, 25 ans, composition semestrielle)	4 542,61	Banque du Canada (2026b) et Canada (1985)
Service annuel de la dette (constante 6,39 %)	54 511,37	
dont intérêts de la première année	34 473,28	
dont capital remboursé la première année	20 038,09	
Versement au taux admissible minimal (6,12 %)	5 518,54	Bureau du surintendant des institutions financières (2026b), par analogie
Loyers bruts des deux logements conservés (par mois)	2 439,00	tableau 46.3
Part du versement contractuel couverte par les loyers bruts (%)	53,7	
Droits sur les mutations immobilières (Québec, 2026)	16 960,50	Ville de Québec (2026a)
Liquidités à la signature (mise de fonds + droits)	83 960,50	
Dépenses d'exploitation supportées (hors gestion imputée)	16 358,93	tableau 46.6
Coût d'opportunité de la mise de fonds (3,58 %)	2 398,60	Banque du Canada (2026c)
Loyers nets perçus (2^{e} et 3^{e}, après 3 %)	28 389,96	
Coût net d'occupation annuel	44 878,94	équation (46.15)
Coût net d'occupation mensuel	3 739,91	
Capital remboursé, moyenne annuelle des cinq premières années	21 777,13	
Coût économique mensuel hors capital	1 925,15	
Loyer de marché estimé du logement occupé (5½, 92 m^2)	1 430,00	tableau 46.3
Ratio de couverture de la dette d'un investisseur (RNE_1 / service)	0,41	sans objet pour l'occupant

Source : [données synthétiques] `ch32_plex.financement_occupant` et `cout_occupation` (`traite.finance.Hypotheque`, `taux_admissible_minimal`) ; droits : `ch46_dossier.droits_mutation_quebec` ; script `ch46_dossier.py`, fonction `financement`.

loyer de marché. La mise de fonds compte peu : passer de la mise minimale à vingt pour cent réduit le versement de 436 $ par mois, mais immobilise 117 000 $ de plus dont le coût d'opportunité efface une partie du gain, et le prêt non assuré coûte 46 points de base de plus ; le coût économique hors capital *augmente* de 245 $. L'amortissement sur trente ans, ouvert aux premiers acheteurs, abaisse le versement de 428 $ par mois mais accroît légèrement le coût économique, parce qu'une part plus grande de chaque versement est de l'intérêt. Ces résultats, identiques dans leur structure à ceux du chapitre 32, expliquent pourquoi la demande de plex réagit d'abord aux taux : l'acheteur marginal se qualifie au taux admissible minimal, et c'est son coût d'occupation, non le taux global, qui ouvre ou ferme le marché.

Tableau 46.13. Sensibilité du financement et du coût d'occupation au taux, à la mise de fonds et à l'amortissement (prix 920 000 $, données synthétiques, $).

Scénario	Mise	RPV (%)	Prêt	Versement	Vers. TAM	Coût net	Hors cap.
Base : assuré, mise min., 4,12 %, 25 ans	67 000	92,7	853 000	4 542,61	5 518,54	3 739,91	1 925,15
Assuré, mise min., 30 ans (1er acheteur)	67 000	92,7	853 000	4 114,30	5 137,99	3 311,60	1 971,14
Assuré, mise de 10 %	92 000	90,0	828 000	4 409,48	5 356,80	3 681,36	1 919,79
Non assuré, mise de 20 %, 4,58 %	184 000	80,0	736 000	4 106,36	4 965,65	3 652,71	2 169,94
Assuré, mise min., +100 pb (5,12 %)	67 000	92,7	853 000	5 019,52	6 037,88	4 216,82	2 606,57
Assuré, mise min., +200 pb (6,12 %)	67 000	92,7	853 000	5 518,54	6 575,65	4 715,84	3 292,46

Source : [données synthétiques] script `ch46_dossier.py`, fonction `financement` (variantes), via `ch32_plex.financement_occupant` et `cout_occupation` ; TAM : taux admissible minimal $\max(i + 2\,\%, 5{,}25\,\%)$.

46.10 Réconciliation et valeur finale

46.10.1 Trois indications, deux repères, un contrôle

Le dossier a produit trois indications pondérables et plusieurs repères, que le tableau 46.14 et la figure 46.5 rassemblent. La réconciliation, au sens du chapitre 20, est un jugement sur la fiabilité relative de chaque indication compte tenu de la qualité des données, de la pertinence de la méthode pour le bien et pour l'acheteur probable, et du droit évalué ; ce n'est pas une moyenne. Les principes du chapitre 32 pour un triplex de quartier central dont l'acheteur probable est un occupant conduisent à faire dominer la comparaison et à réserver au revenu un rôle de contrôle, et l'ouvrage y a fixé une pondération de 40 % pour le prix par logement, 35 % pour le multiplicateur et 25 % pour la capitalisation ; le présent dossier la conserve, parce que les raisons qui la fondent n'ont pas changé, et il en teste la robustesse.

L'indication par le prix par logement ajusté, 1 020 367 $, repose sur cinq ventes du même quartier, du même type et des neuf derniers mois, ajustées par six coefficients estimés avec précision sur 127 ventes ; ses ajustements bruts vont de 12,6 % à 26,5 %, ses prix ajustés s'étalent sur 24,5 %, et ses ajustements nets sont tous positifs, ce qui signale que le sujet n'est pas encadré et que l'indication dépend des prix implicites retenus pour l'âge et la superficie.

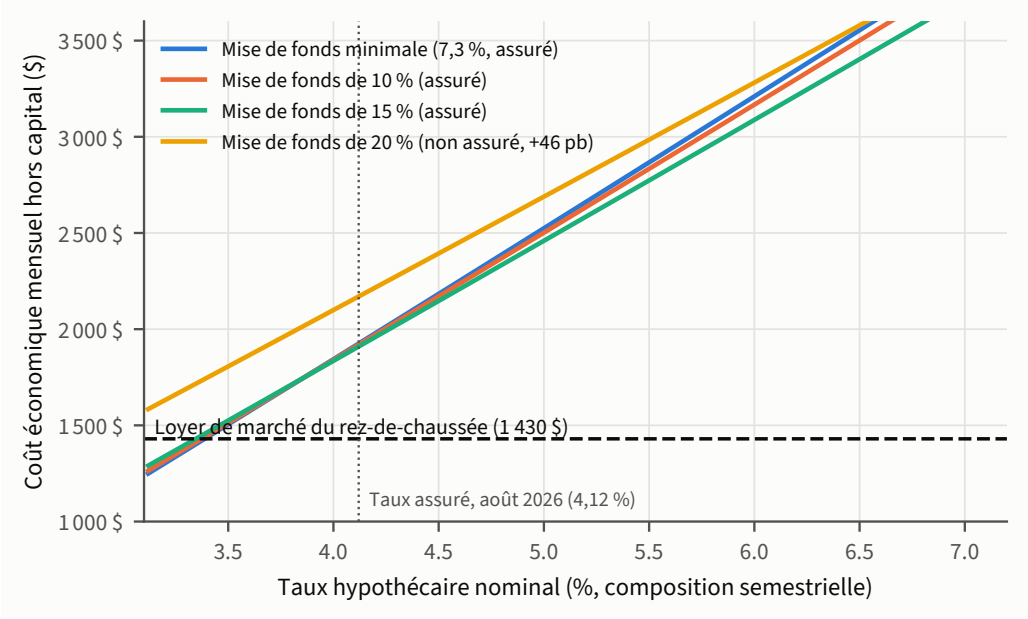


FIGURE 46.4. Coût économique mensuel d'occupation du rez-de-chaussée, hors remboursement de capital, selon le taux hypothécaire et la mise de fonds, comparé au loyer de marché du logement occupé : la pente est d'environ 680 $ par mois par point de taux, les trois courbes assurées sont presque confondues, et la mise de fonds de vingt pour cent, financée à un taux non assuré plus élevé, coûte davantage que la mise minimale à tous les niveaux de taux.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch46_figures.py`, graine 20261031.

Elle mesure directement ce que paient les acheteurs du segment ; elle reçoit 40 %. L'indication par le multiplicateur, 922 396 $, repose sur les mêmes cinq ventes sans ajustement d'attributs ; elle est plus fruste, mais elle ne dépend d'aucun coefficient estimé et elle importe la structure de revenu des comparables, qui est proche de celle du sujet ; son biais probable est à la baisse, puisque les comparables sont moins sous-loués que le sujet et que la version ajustée au loyer relatif donnerait 1 019 940 $; elle reçoit 35 %. L'indication par capitalisation, 748 126 $, repose sur un revenu net normalisé poste par poste et sur un taux ajusté au loyer relatif estimé sur 127 ventes ; mais le taux a été extrait de ventes dont la structure de dépenses est plus légère que celle du sujet, et la relation entre taux et loyer relatif n'explique que sept pour cent de la variance des taux ; elle dit ce que vaudrait le sujet pour un acheteur qui raisonnerait sur son revenu net, ce que l'acheteur probable ne fait pas, et elle reçoit 25 %. Le coût n'est pas pondéré, pour les motifs de la section 46.8. Les indications brutes des 127 ventes et celles du chapitre 32 sont rapportées comme repères.

Tableau 46.14. Réconciliation des indications de valeur (données synthétiques).

Indication	Valeur ($)	Poids (%)	Contribution ($)
Comparaison — prix par logement ajusté (5 comparables)	1 020 367	40	408 147
Comparaison — multiplicateur médian des comparables (22,05)	922 396	35	322 838
Revenu — capitalisation directe au taux ajusté (3,02 %)	748 126	25	187 032
repère : multiplicateur ajusté au loyer relatif (24,38)	1 019 940	0	0
repère : 127 ventes brutes, prix par logement / MRB / capitalisation	843 000 / 829 110 / 712 777	0	0
repère : indication pondérée du chapitre 32 (médianes, taxes déclarées)	872 426	0	0
contrôle : coût déprécié (hypothèses déclarées)	473 111	0	0
Valeur pondérée	918 017	100	918 017
Valeur marchande finale, arrondie à 5 000 $	**920000**		
Fourchette conclue (± une erreur-type de la comparaison, arrondie vers l'extérieur)	870 000 – 970 000		
Prix par logement ($)	306 667		
Prix par m^2 de superficie habitable ($)	3 511		
Multiplicateur implicite (RBP contractuel)	21,99		
Taux global implicite : loyers en place / loyers de marché	2,46 % / 3,22 %		
Ratio valeur / valeur au rôle 2025-2027 (/ rôle × 1,08)	1,86 (1,72)		

Source : [données synthétiques] script `ch46_dossier.py`, fonction `reconciliation` ; pondérations de l'ouvrage (chapitre 32).

La valeur pondérée,

$$\hat{V} = 0{,}40 \times 1\,020\,367\,\$ + 0{,}35 \times 922\,396\,\$ + 0{,}25 \times 748\,126\,\$ = 918\,017\,\$, \tag{46.16}$$

est arrondie à 920 000 $, au pas de 5 000 $ que la convention de l'ouvrage autorise lorsque, comme ici, l'erreur-type de l'indication principale est de l'ordre de 48 000 $ et que la règle de l'équation (20.11) tolérerait un pas bien plus large. La fourchette conclue, 870 000 $ à 970 000 $, est construite en ajoutant et en retranchant à la valeur pondérée une erreur-type de la moyenne pondérée des prix ajustés, puis en arrondissant vers l'extérieur ; elle exprime l'incertitude de la méthode principale et non la dispersion entre méthodes, qui est beaucoup plus large (748 000 $ à 1 020 000 $) et qui reflète des conceptions différentes de l'acheteur plutôt qu'une incertitude statistique. La valeur conclue correspond à 306 667 $ par logement, à 3 511 $/m², à 21,99 fois le revenu brut contractuel, à un taux global implicite de 2,46 % sur le revenu net normalisé et de 3,22 % aux loyers de marché ; ces ratios tombent tous dans les fourchettes de l'échantillon et, pour le multiplicateur, entre la médiane des 127 ventes et celle des comparables, ce qui est la vérification de vraisemblance minimale. Le prix de la promesse d'achat, que l'évaluateur n'a consulté qu'après avoir conclu, est comparé à la valeur et à la fourchette dans le rapport ; s'il s'en écarte, l'écart est expliqué, mais la valeur n'est pas révisée pour le rejoindre.

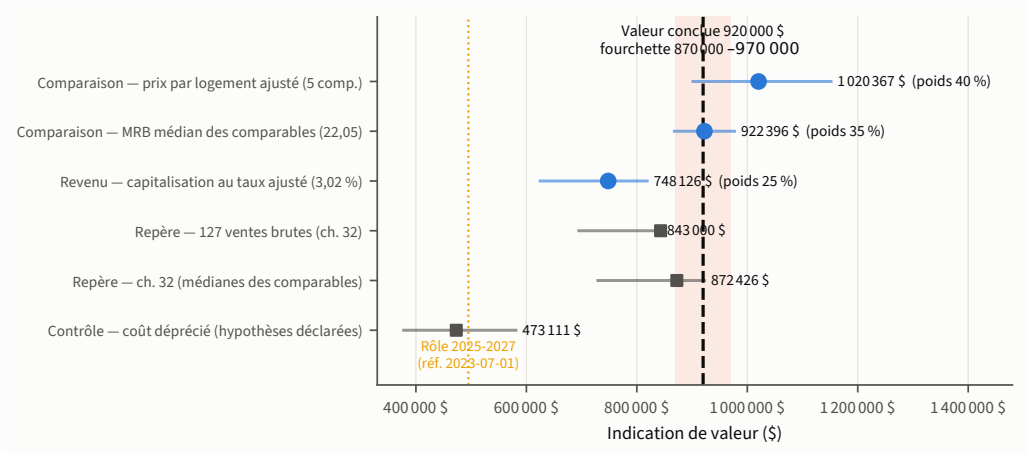


Figure 46.5. Indications de valeur du triplex par méthode, avec leur étendue (trait) et leur poids, repères du chapitre 32 et des 127 ventes brutes, contrôle par le coût et valeur au rôle : la valeur conclue de 920 000 $ et sa fourchette (bande) se situent entre les deux indications par comparaison et au-dessus de la capitalisation, et le coût déprécié, même à ses hypothèses les plus favorables, reste très en deçà du marché.
Source : [données synthétiques] script `analysis/python/figures/ch46_figures.py`, graine 20261031.

46.10.2 Robustesse de la pondération et écart avec le chapitre 32

Le tableau 46.15 montre ce que d'autres pondérations raisonnables donneraient. Des poids égaux conduisent à 896 963 $; une pondération qui ferait dominer le revenu, comme pour un quintuplex entièrement loué acheté par un investisseur, à 837 428 $; la comparaison seule, à 981 178 $. L'amplitude de ces variantes, environ 144 000 $ ou 16 % de la valeur, est l'ordre de grandeur de ce qui dépend du jugement de l'évaluateur sur l'acheteur probable ; c'est pourquoi la justification de la pondération est, dans un rapport sur un plex, la partie la plus importante du raisonnement, et pourquoi la fourchette conclue ne doit pas prétendre à une précision que ce jugement n'a pas.

Tableau 46.15. Sensibilité de la valeur pondérée à la pondération des trois indications (données synthétiques).

Pondération	Par log.	MRB	Cap.	Valeur ($)	Écart (%)	Profil d'acheteur
Retenue (ouvrage, ch. 32)	40	35	25	918 017	0,0	occupant, triplex de quartier central
Comparaison renforcée	45	30	25	922 915	0,5	occupant, grille jugée très fiable
Égale	33⅓	33⅓	33⅓	896 963	−2,3	indécision méthodologique
Comparaison seule	60	40	0	981 178	6,9	occupant pur, revenu ignoré
Revenu dominant	20	20	60	837 428	−8,8	investisseur, quintuplex entièrement loué

Source : [données synthétiques] script `ch46_dossier.py`, fonction `reconciliation` (alternatives).

La valeur conclue excède de 50 000 $, soit 5,7 %, l'indication pondérée de 872 426 $ que le chapitre 32 avait arrondie à 870 000 $ à partir des mêmes cinq comparables et de la même pondération. L'écart s'explique entièrement, et il faut l'expliquer puisque les deux chapitres décrivent le même immeuble. La première cause, qui compte pour environ 41 000 $ de l'écart, est la grille d'ajustements : le chapitre 32 prenait la médiane des prix par logement des cinq comparables, 306 000 $, sans les ramener à la date d'évaluation ni corriger l'âge et la superficie ; la grille du présent chapitre les indexe au taux de 7,45 % par année sur une ancienneté de un à neuf mois et crédite le sujet d'être plus récent que trois de ses comparables, d'où un prix par logement de 340 122 $ et une indication supérieure de 102 367 $, dont 40 % entrent dans la valeur pondérée. La seconde cause, qui compte pour environ 4 600 $, est le recalcul des taxes aux tarifs de 2026, qui relève le revenu net de 561 $ et la capitalisation de 18 577 $, dont 25 % entrent dans la valeur. L'indication par le multiplicateur est identique dans les deux chapitres. Le reste de l'écart est l'arrondi. Le chapitre 32 avait lui-même annoncé que le dossier complet ajouterait les ajustements explicites et la normalisation des taxes ; la différence entre 870 000 $ et 920 000 $ mesure ce que ces deux étapes apportent, et le lecteur notera qu'elle reste à l'intérieur de la fourchette de 810 000 $ à 920 000 $ que le chapitre 32 proposait et à la limite basse de celle du présent chapitre.

46.10.3 Valeur, valeur au rôle et valeur libre de baux

La valeur conclue représente 1,86 fois la valeur inscrite au rôle 2025-2027, 495 000 $, et 1,72 fois cette valeur multipliée par le facteur comparatif de 1,08 de 2026. Un tel rapport n'a rien d'anormal et le rapport d'évaluation doit en donner les raisons plutôt que de le laisser inquiéter le client. La date de référence du rôle est le 1er juillet 2023, trente-huit mois avant la date d'évaluation, dans un marché où les plex de la région ont progressé de 17 % dans la seule dernière année et où le rôle lui-même a crû de 23,5 % en trois ans ; les prix synthétiques du dossier incorporent une croissance de 7,45 % par année depuis la date de référence, ce qui explique à lui seul une part importante du rapport. Le rôle évalue en outre l'immeuble comme si le propriétaire détenait tous les droits du locataire (Québec 1979b, art. 45.1), c'est-à-dire aux loyers de marché, ce qui, pour un immeuble sous-loué, devrait au contraire le rapprocher de la valeur marchande ; la valeur du sujet libre de ses baux, estimée en appliquant

le multiplicateur ajusté des comparables au revenu de marché ou en capitalisant le revenu net de marché au taux « au marché », serait de l'ordre de 10 % à 15 % supérieure à la valeur du droit du locateur, écart que la faculté de reprise et la rotation résorbent partiellement pour l'occupant. Enfin, la médiane des rapports prix/valeur au rôle des ventes de plex d'un secteur est un indicateur que le chapitre 9 a présenté et que l'évaluateur peut consulter ; un rapport de 1,86 dans le dossier fictif n'autorise aucune conclusion sur le rôle réel de la Ville de Québec, dont la proportion médiane pour 2026 n'a pas été vérifiée.

46.11 Le rapport : extrait structuré de la conclusion

La règle 2.3 des Normes de pratique professionnelle énumère douze éléments que tout rapport écrit doit inclure (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; le tableau 46.16 indique, pour chacun, où le dossier y répond. Trois éléments appellent une attention particulière dans le cas d'un plex acheté par un occupant. L'identification du client et de l'usage prévu (élément 3) doit séparer l'opinion de valeur, qui est un acte d'évaluation, de l'analyse de financement et de coût d'occupation, qui est une consultation dont le résultat dépend du client ; les deux figurent dans le même document, mais la conclusion de valeur ne dépend pas de la seconde. Les droits évalués (élément 2) doivent décrire les trois baux, leur échéance, l'absence d'avis et de dossier pendant, et les conditions de la reprise envisagée, en précisant que la faculté de reprise n'a pas été valorisée dans la valeur marchande. Le rejet de la méthode du coût (élément 10) doit être motivé par la mesure incertaine de la dépréciation et l'absence de base vérifiable pour le terrain, et le calcul de contrôle doit être présenté comme tel.

La conclusion du rapport se lit alors ainsi, en substance. Sur la foi de l'inspection du 20 août 2026, de l'analyse des trois baux et des dépenses, de cinq ventes de triplex comparables du quartier Limoilou analysées dans le contexte de 127 ventes de plex des quartiers centraux de Québec, et des conditions du marché à la date d'évaluation, et sous réserve des hypothèses et conditions limitatives énoncées, l'évaluateur est d'avis que la valeur marchande de la pleine propriété de l'immeuble, grevée des baux en vigueur, au 1er septembre 2026, est de neuf cent vingt mille dollars (920 000 $), dans une fourchette de 870 000 $ à 970 000 $. Cette conclusion s'appuie principalement sur la méthode de comparaison, par le prix par logement ajusté et par le multiplicateur du revenu brut, contrôlée par la capitalisation directe du revenu net normalisé ; la méthode du coût a été écartée pour les motifs exposés. Le délai d'exposition raisonnable est estimé à un à deux mois, en cohérence avec le délai de vente médian de trente jours observé pour les plex de la région au troisième trimestre de 2026. L'attestation certifie notamment que les faits rapportés sont exacts, que l'évaluateur n'a aucun intérêt présent ou futur dans l'immeuble, que ses honoraires ne dépendent pas de la valeur conclue (Québec 2000, art. 24.1) et que le travail est conforme aux Normes ; elle est signée avec la mention de la qualité d'évaluateur agréé (Québec 2000, art. 34). Dans une section distincte intitulée « Consultation : financement et coût d'occupation », le rapport reprend les chiffres de la section 46.9 en précisant qu'ils dépendent du prix effectivement payé, du taux obtenu, de la mise de fonds du client et de la reprise effective du rez-de-chaussée, et qu'ils ne font pas partie de l'opinion de valeur.

Tableau 46.16. Contenu minimal du rapport (NPP, règle 2.3) et correspondance avec le dossier.

N°	Élément exigé	Réponse du dossier (rapport narratif complet)
1	Identification physique et légale	Adresse fictive, lot, triplex de 1948, trois étages, 262 m^2 habitables, terrain 310 m^2 (section 46.2)
2	Droits évalués	Pleine propriété grevée des trois baux (droit du locateur) ; art. 1937 C.c.Q. ; reprise non valorisée (section 46.3)
3	But et fin	Opinion de valeur marchande pour la décision d'achat du client ; consultation distincte sur le financement
4	Définition de la valeur	Valeur marchande, définition des NPP (section 46.1)
5	Date	Évaluation 2026-09-01 ; inspection 2026-08-20 ; rapport 2026-10-31
6	Étendue du travail	Inspection des trois logements, baux, déclarations du vendeur, pièces de dépenses, rôle, ventes, indicateurs ; limites énumérées
7	Réserves et hypothèses de base	Modèle de l'annexe des Normes ; aucune hypothèse extraordinaire ; âge et revenu des locataires non vérifiés
8	Traitement de l'information et raisonnement	Section 46.3 à 46.10 ; scripts reproductibles ; écart avec le chapitre 32 expliqué
9	Usage le meilleur et le plus profitable	Continuation de l'usage de trois logements ; conversion et densification exclues
10	Rejet d'une méthode traditionnelle	Méthode du coût : dépréciation non mesurable, terrain non vérifiable ; calcul de contrôle rapporté
11	Conformité à la substance de l'évaluation	Éléments de la règle 1.2 traités ; prix de la promesse d'achat connu, non utilisé
12	Attestation	Formule prescrite ; signature avec la qualité d'évaluateur agréé (art. 34 du Code de déontologie)

Source : structure selon Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024) ; contenu du dossier fictif.

Ce que le dossier doit au cadre québécois

Le droit évalué est le droit du locateur parce que l'aliénation ne résilie pas les baux et que ceux-ci se reconduisent de plein droit (Québec 1991, art. 1936, 1937 et 1941) ; la trajectoire des loyers en place est bornée par les critères de fixation du Tribunal administratif du logement (Québec 1985c ; Tribunal administratif du logement 2026d), et la valeur locative de marché n'en fait pas partie. La reprise d'un logement par l'acheteur est réservée au propriétaire personne physique, exclue en indivision sauf entre conjoints, impossible pour un locataire aîné protégé, et soumise à un avis d'au moins six mois avant la fin du bail, à une réponse du locataire dans le mois et, en cas de refus, à l'autorisation du Tribunal (Québec 1991, art. 1957 à 1963 et 1959.1) ; elle est distincte de l'éviction, seule visée par le moratoire de la Loi 65 jusqu'au 6 juin 2027 (Québec 2024a, art. 1). La vente passe par le formulaire de déclarations du vendeur de l'OACIQ pour un immeuble de moins de cinq logements (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a). Les taxes sont recalculées sur le rôle 2025-2027 de la Ville de Québec, dont la date de référence est le 1er juillet 2023 (Québec 1979b, art. 46), (Ville de Québec 2024), aux taux et tarifs de 2026 (Ville de Québec 2026d) et au taux de la taxe scolaire 2026-2027 (Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026). Les droits de mutation suivent le barème de la Ville de Québec, jusqu'à 3 % au-delà de 750 000 $ (Ville de Québec 2026a). Le financement de l'acheteur-occupant obéit aux règles fédérales de l'assurance prêt hypothécaire (Ministère des Finances Canada 2024), à la composition semestrielle de la Loi sur l'intérêt (Canada 1985, art. 6) et au taux admissible minimal du BSIF (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b). Le rapport respecte le contenu minimal de la règle 2.3 des Normes de pratique professionnelle et le Code de déontologie des évaluateurs agréés (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; Québec 2000). Toutes ces dispositions ont été vérifiées dans leur version à jour au 15 octobre 2026 pour les lois et au 1er juillet 2026 pour les règlements ; l'état du moratoire doit être revérifié après le 6 juin 2027.

Erreurs fréquentes

- Évaluer le triplex par la seule capitalisation du revenu net, au taux d'un immeuble de rapport ou au taux médian des plex : ici, 713 000 $ à 748 000 $, soit un cinquième sous ce que paient les acheteurs du segment.
- Prendre la médiane des prix de ventes proches sans les ramener à la date d'évaluation dans un marché qui progresse de sept pour cent par année, ni corriger l'âge et la superficie : sous-estimation de 102 000 $ de l'indication par comparaison.
- Appliquer un coefficient non significatif, comme celui du loyer relatif, dans la grille, ou appliquer deux fois le même effet, par le prix et par le multiplicateur.
- Capitaliser les loyers de marché du sujet alors que les baux sont en place et que la fixation ne tient pas compte de la valeur locative ; ou, à l'inverse, appliquer à un revenu net chargé de gestion et de réserve un taux extrait de ventes qui ne les comptaient pas, sans le dire.
- Conserver les taxes déclarées par le vendeur sans les rapprocher du rôle et des tarifs

en vigueur : 561 $ de revenu net et 18 500 $ de capitalisation en jeu dans le dossier.
- Valoriser dans la valeur marchande la faculté de reprise, qui appartient à l'acheteur et non au bien, ou la supposer acquise sans vérifier la qualité de personne physique, l'indivision, l'âge et l'ancienneté du locataire et le délai d'avis.
- Confondre reprise et éviction : le moratoire de la Loi 65 et l'indemnité de l'article 1965 visent l'éviction de l'article 1959, non la reprise de l'article 1957.
- Juger la valeur par les ratios de financement des immeubles collectifs : le ratio de couverture du sujet, 0,41, est sans objet pour un acheteur-occupant qualifié sur son revenu.
- Laisser le prix de la promesse d'achat ou la valeur au rôle orienter la conclusion, ou « corriger » la valeur pour la rapprocher du rôle.
- Présenter la consultation sur le coût d'occupation comme une partie de l'opinion de valeur.

Limites et mises en garde

Le dossier est entièrement synthétique : aucune des conclusions ne décrit un immeuble réel, les prix fictifs excèdent la médiane publiée pour Limoilou d'environ quinze pour cent en raison de la normalisation à la date de référence du rôle, et les relations entre variables (décote des loyers selon l'ancienneté, effets de l'âge, de l'état et du loyer de marché sur le prix) sont des lois de génération déclarées, non des estimations sur données réelles ; les coefficients du tableau 46.8 ne doivent pas être transposés à un marché réel. Plusieurs paramètres reposent sur des hypothèses ou des sources secondaires : la valeur unitaire du terrain (900 $ le mètre carré) et la vie économique (90 ans) de la méthode du coût ; le coût unitaire emprunté au devis du cas 1, qui décrit une maison et non un plex ; les loyers de la zone SCHL de la Basse-Ville, repris d'une page municipale, et l'appartenance de Limoilou à cette zone ; la variation du rôle de Québec (+23,5 %), connue par la presse ; le facteur comparatif de 1,08 de 2026, lu sur la page municipale des droits de mutation ; l'âge et le revenu de la locataire du rez-de-chaussée, non vérifiés, dont dépend la faculté de reprise. En matière de financement, la part des loyers admise par les prêteurs n'est pas codifiée et n'est pas chiffrée ; le taux admissible minimal cité est celui que le BSIF impose aux prêts non assurés, appliqué par analogie ; la prime d'assurance prêt hypothécaire des prêts résidentiels n'est pas modélisée, faute de barème vérifié ; la règle des vingt-cinq ans d'amortissement par défaut est une pratique courante, non relue dans un texte. Le compte de taxes déclaré par le vendeur n'a pu être rapproché du recalcul aux taux de 2026, et le dossier retient ce dernier en signalant l'écart. Les délais de reprise sont tirés de la page du Tribunal administratif du logement (Tribunal administratif du logement 2026e) ; le texte de l'article 1960 C.c.Q. n'a pas été relu dans la version officielle, inaccessible par script au moment de la rédaction. Enfin, la pondération 40/35/25 est un jugement argumenté, non une règle ; d'autres pondérations raisonnables déplacent la valeur de 9 % vers le bas à 7 % vers le haut. Ces points sont consignés dans `verification/chapters/ch46-claims.csv`.

À retenir

- Droit évalué : pleine propriété grevée de trois baux (art. 1937 C.c.Q.) ; RBP contractuel 41 832 $, marché 49 332 $, loyer relatif 0,848 ; la reprise du rez-de-chaussée par l'acheteur exige un avis au plus tard le 31 décembre 2026 pour le 30 juin 2027 (art. 1957 à 1963) et n'est pas valorisée dans la valeur marchande ; elle vaut environ 9 854 $ pour l'occupant à des hypothèses déclarées.
- Revenu net normalisé 22 595,03 $ (taxes recalculées aux taux 2026 de Québec : 5 437,68 $ + 371,25 $, contre 6 370 $ déclarés ; gestion imputée 4 % ; réserve 600 $/logement ; ratio 44,3 %).
- Comparaison : mêmes cinq comparables que le chapitre 32, grille en $/logement (temps +7,45 %/an, superficie, âge, état, loyer de marché ; loyer relatif non significatif) : 340 122 $/logement, indication 1 020 367 $; multiplicateur médian 22,05 : 922 396 $.
- Revenu : taux ajusté au loyer relatif 3,02 % : 748 126 $; le taux implicite de la comparaison (2,21 %) s'explique par la structure de dépenses du sujet et par la sélection ; coût déprécié 473 111 $, écarté avec motifs.
- Valeur finale 920 000 $ (40/35/25), fourchette 870 000 $ à 970 000 $; 306 667 $/logement ; MRB implicite 21,99 ; taux implicite 2,46 % ; 1,86 fois le rôle 2025-2027 ; +50 000 $ par rapport au chapitre 32, expliqués par la grille (41 000 $) et les taxes (4 600 $).
- Financement : mise de fonds minimale 67 000 $, prêt assuré 853 000 $ à 4,12 % sur 25 ans, 4 542,61 $ par mois (5 518,54 $ au taux admissible de 6,12 %), droits de mutation 16 960,50 $; coût net d'occupation 3 739,91 $ par mois, 1 925,15 $ hors capital contre un loyer de marché de 1 430 $; le taux domine la sensibilité (680 $ par mois par point).

Exercices

Exercice 46.1 — Taxes déclarées ou recalculées ★

Reprendre la normalisation du tableau 46.6 en conservant les taxes déclarées par le vendeur (5 900 $ et 470 $) au lieu du recalcul aux taux de 2026. Calculer les dépenses totales, le revenu net d'exploitation et l'indication par capitalisation directe au taux ajusté de 3,02 %. Retrouver le revenu net du chapitre 32 et expliquer, en quelques lignes, pourquoi la convention de l'ouvrage préfère le recalcul et comment le rapport doit présenter l'écart.

Exercice 46.2 — Calendrier et valeur de la reprise ★

L'acte de vente est signé le 15 janvier 2027. À quelle date au plus tôt l'acheteur pourra-t-il habiter le rez-de-chaussée, et quelles étapes devra-t-il franchir ? Recalculer ensuite la valeur actuelle espérée de l'écart contractuel du rez-de-chaussée par l'équation (46.1) avec une rotation de 9,4 % (région de Montréal) puis de 20 %, en conservant $\Delta_1 = 4\,458{,}12\,\$$, $g_\Delta = 4{,}59\,\%$ et $r = 6\,\%$; comparer à la valeur sans rotation sur dix ans,

39 567,72 $, et commenter l'effet de la rotation sur ce que vaut la faculté de reprise.

Exercice 46.3 — Cascade d'un comparable ★★

À partir des coefficients du tableau 46.8 et des caractéristiques de Q0243 au tableau 46.7 (247 m² pour trois logements, 1930, état 3, une case, loyer de marché moyen 1 352 $, vendu le 24 juillet 2026 à 341 000 $ par logement), recalculer chaque ajustement de l'équation (46.6) : temps au taux annuel de 7,45 % sur 1,28 mois, superficie par logement, âge, état, stationnement, loyer de marché. Vérifier que le prix ajusté est de 383 849 $ par logement, calculer les ajustements brut et net et expliquer pourquoi ce comparable reçoit le poids le plus élevé.

Exercice 46.4 — Choix du taux de capitalisation ★★

Calculer l'indication par capitalisation du revenu net normalisé de 22 595,03 $ aux cinq taux du tableau 46.10 et exprimer chaque écart par rapport à l'indication retenue. Recalculer ensuite le revenu net du sujet avec le ratio de dépenses médian des 127 ventes (35,7 % du revenu brut effectif) et le capitaliser au taux ajusté de 3,02 % ; de combien l'écart avec l'indication par comparaison se réduit-il ? Que dit ce résultat sur la convention de normalisation à appliquer lorsque les taux sont extraits de fiches de courtage ?

Exercice 46.5 — Financement au prix de la promesse d'achat ★★

Le couple a promis 895 000 $. Calculer la mise de fonds minimale assurée, le prêt, le versement mensuel à 4,12 % sur vingt-cinq ans (composition semestrielle), le versement au taux admissible minimal, les droits de mutation de la Ville de Québec et les liquidités à la signature. Calculer ensuite le coût net d'occupation mensuel et le coût économique hors capital du rez-de-chaussée avec les dépenses normalisées du tableau 46.6 hors gestion, un coût d'opportunité de 3,58 % et le capital remboursé en moyenne sur cinq ans, puis refaire le calcul si le couple reprend le deuxième étage. Comparer aux résultats du tableau 46.12.

Exercice 46.6 — Pondération, fourchette et rédaction ★★★

Les trois indications sont 1 020 367 $, 922 396 $ et 748 126 $. Calculer la valeur pondérée pour les cinq pondérations du tableau 46.15 et pour une pondération de votre choix fondée sur l'inverse de la variance, en prenant pour écart-type 47 848 $ pour la comparaison, 10 % de l'indication pour le multiplicateur et 15 % pour la capitalisation. Rédiger ensuite, en 200 mots, le paragraphe de réconciliation que vous inscririez au rapport, avec la valeur, la fourchette et la justification de la pondération, puis expliquer en quoi

la fourchette conclue diffère de l'étendue des indications.

Exercice 46.7 — Méthode du coût et valeur du terrain ★★★

Reprendre la méthode du coût de la section 46.8 avec le coût neuf de 612 983 $. Pour quelle valeur unitaire du terrain, à dépréciation âge-vie de 68,3 %, l'indication par le coût rejoindrait-elle la valeur conclue de 920 000 $? Pour quel taux de dépréciation, à terrain de 900 $ le mètre carré ? Calculer la dépréciation extraite du marché au sens de l'équation (24.14) pour les deux hypothèses de terrain du tableau 46.11 les plus élevées, puis discuter, en une demi-page, ce que l'écart entre coût déprécié et prix de marché révèle de la composition du prix d'un plex de quartier central et des conditions auxquelles la méthode du coût redeviendrait pertinente.

Pour aller plus loin

Le traitement des petits immeubles locatifs par la comparaison par unité et le multiplicateur du revenu brut est exposé par l'Appraisal Institute (Appraisal Institute 2026) et adapté au Canada dans l'édition canadienne (UBC Real Estate Division 2010) ; Fisher et Martin (2007) donnent l'articulation la plus claire entre multiplicateur, ratio de dépenses et taux global, que la section 46.7 a utilisée. Sur l'extraction des ajustements par régression et sur leur pondération, Isakson (1986), Vandell (1991) et Kummerow et Galfalvy (2002) restent les références, et Halvorsen et Palmquist (1980) et Kennedy (1981) règlent la lecture des coefficients d'un modèle semi-logarithmique. Le marché de Québec a été étudié de près par Des Rosiers et al. (2000), Thériault et al. (2003) et Kestens et al. (2006), dont les résultats sur l'hétérogénéité des acheteurs éclairent la pondération retenue. La théorie du coût d'usage du logement en propriété, qui fonde la lecture du coût d'occupation et de la prime d'occupation, est due à Poterba (1984) et a été appliquée aux prix des logements par Himmelberg et al. (2005) ; Geltner et al. (2014) relient le taux global au rendement exigé et à la croissance anticipée. Sur la dépréciation des logements locatifs et la séparation du terrain et du bâtiment, on lira Shilling et al. (1991) et Hulten et Wykoff (1981). Sur les effets de l'encadrement des loyers, Arnott (1995) et Kholodilin (2024) fournissent le cadre et la recension, Smith (1988) l'expérience ontarienne et Diamond et al. (2019) une mesure des réactions des petits propriétaires. Les textes primaires à relire sont le Code civil du Québec, articles 1851 à 1978.4 (Québec 1991), la Loi 65 (Québec 2024a), la Loi sur la fiscalité municipale, articles 42 à 46.1 (Québec 1979b), la Loi concernant les droits sur les mutations immobilières (Québec 1976), le document d'information du ministère des Finances du Canada sur l'assurance prêt hypothécaire (Ministère des Finances Canada 2024) et les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024).

47

Cas 3 : immeuble de 12 logements à Montréal

Ce chapitre réunit, dans un seul dossier d'évaluation, l'ensemble des outils de la partie consacrée au revenu et au multilogement. L'immeuble étudié est un bâtiment de douze logements du quartier Rosemont–La Petite-Patrie, à Montréal, dont les loyers en place sont inférieurs au marché, dont la toiture arrive en fin de vie et dont le financement sera, comme c'est le cas pour la plupart des immeubles de six logements et plus en 2026, limité par la couverture de la dette plutôt que par le ratio prêt-valeur. Le lecteur suit l'évaluateur depuis la définition du mandat jusqu'à la rédaction de la conclusion : analyse de l'état locatif sous les contraintes du Code civil et du Tribunal administratif du logement, normalisation des dépenses, extraction du **taux global** sur quarante ventes, capitalisation directe, flux actualisés sur dix ans, comparaison par logement, financement, test de résistance par simulation de Monte-Carlo, puis réconciliation et rapport. Les chapitres de méthode (du chapitre 26 au chapitre 31, puis le chapitre 40) ont présenté chacune de ces étapes isolément à partir des mêmes données ; le présent chapitre montre comment elles s'articulent et, surtout, comment les hypothèses de l'une contraignent les autres. Toutes les données de ce dossier sont synthétiques : l'immeuble n'existe pas, mais chaque ordre de grandeur est calibré sur des publications publiques citées au fil du texte.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- définir le mandat, le droit évalué, la base de valeur et les hypothèses d'une évaluation multirésidentielle conformément aux Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ ;
- analyser un état locatif logement par logement, mesurer l'écart au marché et expliquer pourquoi le rattrapage des loyers est lent au Québec ;
- normaliser des dépenses historiques poste par poste, recalculer les taxes sur le rôle en vigueur, imputer une gestion et une réserve de remplacement, puis dériver un revenu net d'exploitation prospectif ;
- extraire un taux global sur un échantillon de ventes, choisir le taux applicable au

sujet et construire une projection de flux actualisés cohérente avec le régime locatif ;
- dimensionner un prêt hypothécaire sous les contraintes de ratio prêt-valeur et de couverture de la dette, mesurer le levier et le point mort, et discuter une variante assurée par la SCHL ;
- conduire un test de résistance par simulation de Monte-Carlo, en déclarer les lois, en lire la distribution de la valeur et les probabilités de bris de covenant ;
- réconcilier des indications divergentes en une valeur finale justifiée et en rédiger la conclusion selon le contenu minimal d'un rapport.

Données synthétiques — immeuble fictif

Le sujet de ce chapitre et toutes les données qui l'entourent sont *synthétiques*. Les fichiers `data/synthetic/cas3_montreal_sujet.json`, `cas3_montreal_etat_locatif.csv` (douze baux), `cas3_montreal_depenses.csv` (trois exercices, 2023 à 2025), `cas3_montreal_comparables.csv` (quarante ventes d'immeubles de 6 à 30 logements, septembre 2024 à août 2026) et `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json` ont été générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine `20261031`. Les loyers de marché sont calibrés sur l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL d'octobre 2025 (zone Rosemont), les taux de capitalisation sur la fourchette CBRE du troisième trimestre 2026 pour le multirésidentiel de faible hauteur de catégorie B à Montréal, le taux hypothécaire sur les fonds avancés assurés déclarés à la Banque du Canada en août 2026, les taxes sur le taux général résidentiel 2026 de la Ville de Montréal et le taux de la taxe scolaire 2026-2027. Les lois de génération sont décrites dans `data/synthetic/README.md` ; les relations entre variables (décote d'ancienneté des baux, effet de l'état sur le taux) sont des hypothèses pédagogiques et non des estimations sur données réelles. Tous les chiffres du chapitre sont recalculés par `analysis/python/cases/ch47_dossier.py`, qui s'appuie sur la bibliothèque partagée `traite/cas3.py` utilisée aussi du chapitre 26 au chapitre 31.

47.1 Mandat et étendue de la mission

Le dossier s'ouvre, comme tout acte d'évaluation, par la définition de ce qui est demandé. Le client fictif est une institution financière qui étudie une demande de prêt hypothécaire de premier rang présentée par un acheteur ayant signé une promesse d'achat sur l'immeuble. Le prêteur demande une opinion de la **valeur marchande** de la pleine propriété, grevée des baux en vigueur, à la date d'évaluation du 1er septembre 2026, ainsi qu'une analyse de la capacité de l'immeuble à supporter la dette envisagée. L'usage prévu du rapport est la décision de crédit ; l'acheteur n'est pas le client et le rapport ne lui est pas destiné, ce qui doit être écrit en toutes lettres puisque la Norme de pratique 2 exige l'identification du client, de la fin et du but du rapport et que le Code de déontologie interdit à l'évaluateur d'agir pour plus d'une partie à une même transaction sans divulgation écrite (Québec 2000, art. 18 à 20).

La base de valeur retenue est la valeur marchande telle que la définissent les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec : « le prix sincère le plus probable, de la vente réelle ou présumée d'un immeuble, à une date donnée, sur un marché

libre et ouvert à la concurrence » (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), sous les quatre conditions que la norme énumère et que le rapport paraphrase : des parties bien informées de l'état de l'immeuble, des conditions du marché et de l'usage le plus probable ; une exposition suffisante sur le marché ; un paiement en argent comptant ou l'équivalent ; un prix épuré de tout financement avantageux ou de toute mesure incitative. Cette définition converge avec celle de la *market value* des Normes internationales d'évaluation (IVS 102, annexe A10) (International Valuation Standards Council 2025) et avec celle des Normes uniformes de pratique professionnelle en matière d'évaluation au Canada (Appraisal Institute of Canada 2026). La distinction importe pour un prêteur : la valeur marchande n'est ni la valeur d'investissement propre à l'acheteur (qui dépend de sa fiscalité, de son financement et de ses projets de rattrapage des loyers), ni la valeur au rôle d'évaluation foncière, laquelle est établie à une autre date et, pour un immeuble locatif, sous l'hypothèse que « le vendeur est réputé détenir tous les droits du locataire » (Québec 1979b, art. 45.1), c'est-à-dire comme si l'immeuble était libre de baux. Nous reviendrons sur cet écart à la section 47.13.

Le droit évalué est la pleine propriété (Québec 1991, art. 947) grevée des douze baux résidentiels en vigueur. Au Québec, l'aliénation de l'immeuble « ne permet pas au nouveau locateur de résilier le bail » (Québec 1991, art. 1937) : l'acheteur acquiert donc le **droit du locateur** (*leased fee*), c'est-à-dire le droit de percevoir les loyers contractuels, reconduits de plein droit et encadrés dans leur augmentation, et non le droit de relouer immédiatement au prix du marché. C'est ce droit, et aucun autre, que la valeur marchande doit refléter ; le chapitre 2 a montré que l'écart entre la valeur du droit du locateur et la valeur libre de baux est la valeur actualisée du déficit de loyer, pondérée par la probabilité et le calendrier de sa résorption.

L'étendue du travail couvre l'inspection de l'immeuble (visite fictive du 25 août 2026, intérieur de neuf logements sur douze, aires communes, toiture, enveloppe, sous-sol technique), l'examen de l'**état locatif** et des baux fournis par le vendeur, l'examen des états de dépenses de 2023 à 2025, la consultation du rôle d'évaluation 2026-2028 et du compte de taxes 2026, la recherche de ventes d'immeubles comparables sur l'île de Montréal, la collecte des indicateurs de marché publiés par la SCHL, l'APCIQ, CBRE et la Banque du Canada, puis l'application de trois méthodes : la méthode du revenu par **capitalisation directe** et par actualisation des flux, et la méthode de comparaison par unité de revenu. La méthode du coût n'est pas appliquée : pour un immeuble locatif de 1962 dont le marché est actif et dont la valeur repose sur le revenu, la mesure de la dépréciation accumulée serait trop incertaine pour que l'indication ait un poids ; la Norme 2 exige que ce rejet soit justifié au rapport, ce qui est fait ici (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024).

Les hypothèses et conditions limitatives de base sont celles du modèle de l'annexe E des Normes, adaptées au dossier : les titres sont présumés bons et négociables ; aucune contamination des sols ni présence de matières dangereuses n'a été détectée ni recherchée par des tests spécialisés ; les superficies proviennent du rôle et des plans fournis ; l'état locatif et les baux remis par le vendeur sont présumés exacts et complets ; aucune hypothèse extraordinaire n'est posée. Deux points méritent toutefois d'être signalés comme des limites à l'étendue du travail plutôt que comme des hypothèses extraordinaires : le compte de taxes 2026 n'a pu être rapproché du taux de taxation applicable aux immeubles de six logements et plus ni de la taxe d'arrondissement de Rosemont–La Petite-Patrie, de sorte que la taxe normalisée repose sur le seul taux général résidentiel ; et l'évaluateur n'a pas eu accès aux

dossiers éventuels du Tribunal administratif du logement concernant l'immeuble. Enfin, la date du rapport (31 octobre 2026) est postérieure à la date d'évaluation (1er septembre 2026) : les décisions de la Banque du Canada du 28 octobre 2026 sont mentionnées à titre de contexte, mais les conditions du marché retenues sont celles de la date d'évaluation.

Tableau 47.1. Fiche du mandat (dossier synthétique).

Élément	Contenu
Client et usage prévu	Institution financière (fictive) ; décision de crédit hypothécaire de premier rang
Bien	Immeuble de 12 logements, 789, rue Fictive, Rosemont–La Petite-Patrie, Montréal (adresse fictive)
Droit évalué	Pleine propriété grevée des 12 baux résidentiels en vigueur (droit du locateur)
Base de valeur	Valeur marchande, définition des NPP de l'OEAQ
Date d'évaluation	2026-09-01 ; date de l'inspection 2026-08-25 ; date du rapport 2026-10-31
Méthodes	Revenu (capitalisation directe ; flux actualisés sur 10 ans) ; comparaison par logement ; méthode du coût écartée avec motifs
Hypothèses extraordinaires	Aucune
Limites à l'étendue	Taxe d'arrondissement et taux « 6 logements et plus » non vérifiés ; dossiers TAL non consultés ; trois logements non visités
Forme du rapport	Rapport narratif complet (NPP, règle 2.3)

Source : [données synthétiques] dossier fictif ; structure selon Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), règles 1.2 et 2.3.

47.2 Description du bien et de son contexte

47.2.1 Localisation, terrain et bâtiment

L'immeuble fictif est situé dans l'arrondissement de Rosemont–La Petite-Patrie, sur une rue résidentielle à quelques minutes de marche d'une station de la ligne orange du métro et d'une artère commerciale. Le quartier est l'un des plus denses de l'île en immeubles de type « plex » et en petits immeubles d'appartements d'après-guerre ; la zone 9 de l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL, qui le couvre, comptait 44 554 appartements locatifs d'initiative privée en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). Les travaux de Dubé et al. (2013) sur l'effet de l'accessibilité au transport collectif sur les valeurs montréalaises rappellent que la proximité d'une station est une aménité capitalisée dans les loyers et les prix ; elle fait partie des « forces du marché » que la règle 1.2 des Normes demande d'analyser.

Le terrain mesure 740 m². Le bâtiment, construit en 1962, compte trois étages hors sol et un sous-sol partiel abritant la salle mécanique, les compteurs et un rangement pour les locataires. La structure est de type ossature de bois sur murs porteurs de maçonnerie, avec parement de brique sur les quatre faces ; le toit est plat, à membrane multicouche posée en 2012 ; les fenêtres sont en PVC, remplacées en 2009 ; les balcons et escaliers extérieurs sont en acier peint. Les douze logements se répartissent en quatre 3½ (une chambre, de 49 m² à

55 m²), six 4½ (deux chambres, de 68 m² à 75 m²) et deux 5½ (trois chambres, 93 m² et 96 m²), pour une superficie locative totale de 825 m². Le chauffage des logements est électrique, à la charge des locataires ; les aires communes sont chauffées au gaz. Six cases de stationnement extérieur à l'arrière sont attribuées par bail à six logements. L'immeuble est raccordé à l'aqueduc et à l'égout municipaux.

47.2.2 Zonage et droits acquis

L'usage résidentiel multifamilial est autorisé dans la zone où se trouve l'immeuble ; la hauteur et le taux d'implantation du bâtiment sont conformes au règlement d'urbanisme de l'arrondissement en vigueur à la date d'évaluation. L'évaluateur n'a relevé aucune dérogation apparente ; si une composante (par exemple le nombre de cases de stationnement, inférieur au minimum exigé pour une construction neuve) s'avérait dérogatoire, elle serait protégée par les dispositions sur les droits acquis que la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme autorise les municipalités à régir (Québec 1979a, art. 113, al. 2, par. 18°), sous réserve des règles de cessation en cas d'abandon ou d'interruption de l'usage. Nous ne développons pas davantage ce point, traité au chapitre 8 : il suffit, pour le présent dossier, de constater que l'usage actuel est l'usage le meilleur et le plus profitable et que rien, dans l'état juridique de l'unité, ne restreint la continuation de cet usage. La conversion en copropriété divise est, en pratique, exclue : elle exige l'autorisation du Tribunal administratif du logement et est interdite dans l'agglomération de Montréal sauf dérogation municipale (Québec 2020a, art. 51 à 54.13).

47.2.3 Rôle d'évaluation 2026-2028, taxes et droits de mutation

Le rôle triennal 2026-2027-2028 de l'agglomération de Montréal a été déposé le 10 septembre 2025 ; sa date de référence au marché est le 1er juillet 2024, conformément à la règle du deuxième exercice précédent (Québec 1979b, art. 46). La hausse moyenne des valeurs inscrites atteint 12,2 % pour l'agglomération ; les immeubles résidentiels de six logements et plus progressent en moyenne de 10,9 %, le résidentiel dans son ensemble de 9,8 % (Ville de Montréal 2025b ; Ville de Montréal 2025a). La valeur inscrite au rôle pour le sujet fictif est de 2 200 000 $, soit 183 333 $ par logement ; cette valeur, rappelons-le, exprime la valeur réelle au 1er juillet 2024, vingt-six mois avant la date d'évaluation, pour un immeuble réputé libre de ses baux (Québec 1979b, art. 43 et 45.1). Le facteur comparatif du rôle de Montréal pour 2026 est 1,00 (Ville de Montréal 2026b).

La taxe foncière générale résidentielle de la Ville de Montréal pour 2026 est de 0,463 1 $ par 100 $ d'évaluation, taux que la presse décrit comme « haussé uniformément » pour l'ensemble des immeubles résidentiels, avec une hausse moyenne du compte de 3,8 % et de 5,3 % dans Rosemont–La Petite-Patrie (Le Devoir 2026 ; Ville de Montréal 2026e). Le document officiel des taux par catégorie et par arrondissement n'a pu être consulté qu'en partie à la date de rédaction, de sorte que l'existence d'un taux distinct pour les immeubles de six logements et plus et le montant de la taxe d'arrondissement restent non vérifiés : la normalisation de la section 47.6 applique le taux général à la valeur au rôle et signale explicitement cette limite. La taxe scolaire 2026-2027 est de 0,078 99 $ par 100 $ de l'évaluation uniformisée ajustée (Centre de services scolaire des Hautes-Rivières 2026). Enfin, un acheteur acquittera les droits sur les mutations immobilières selon le barème progressif de la Ville de Montréal pour 2026, qui comporte sept tranches, de 0,5 % sur la première tranche de 62 900 $ jusqu'à 4 % au-delà de 3 113 000 $, avec des taux de 2 % entre

552 300 $ et 1 104 700 $ et de 2,5 % jusqu'à 2 136 500 $ (Ville de Montréal 2026b ; Québec 1976) ; la base d'imposition est le plus élevé du prix payé, de la contrepartie stipulée et de la valeur marchande (Québec 1976, art. 2). Ces droits ne font pas partie de la valeur, mais ils entrent dans le coût d'acquisition de l'acheteur et donc dans l'analyse de financement.

47.2.4 Inspection : état général et travaux prévus

L'inspection fictive du 25 août 2026 conduit à une cote d'état générale de 3 sur 5, c'est-à-dire un immeuble entretenu normalement pour son âge, sans désordre structural apparent, mais dont plusieurs composantes approchent de la fin de leur durée de vie économique. Le tableau 47.2 résume les composantes, leur année de remplacement connue ou estimée et les dépenses en capital que l'évaluateur retient dans la projection de flux. La membrane de toiture de 2012 montre des cloques et des joints ouverts ; son remplacement est prévu en 2027 pour 85 000 $. Les balcons et escaliers d'acier présentent de la corrosion aux ancrages ; une réfection complète de 40 000 $ est inscrite en 2029. Un programme de rénovation des cuisines et salles de bain des logements occupés depuis le plus longtemps, combiné à la mise aux normes de la plomberie d'alimentation, est estimé à 120 000 $ en 2032. Ces montants sont des dépenses en capital ponctuelles (CAPEX) ; ils s'ajoutent à la réserve de remplacement annuelle qui couvre le renouvellement courant des électroménagers, revêtements et appareils de chauffage, sans double comptage, suivant la convention de calcul de l'ouvrage (annexe D). La règle 2.4 des Normes impose l'inspection de tout immeuble évalué ; les trois logements non visités le sont parce que leurs occupants n'ont pas donné accès, ce que le rapport mentionne, l'évaluateur présumant un état semblable à celui des logements visités de même époque de bail.

47.3 Le marché à la date d'évaluation

L'analyse de marché d'un immeuble locatif porte sur trois marchés distincts : celui des logements (loyers, inoccupation), celui des immeubles (prix, taux de capitalisation, volumes) et celui des capitaux (taux d'intérêt, conditions de crédit). Le tableau 47.3 rassemble les indicateurs retenus, chacun avec sa source et sa date ; le texte qui suit en précise la lecture.

Sur le marché des logements, le taux d'inoccupation de la région métropolitaine est remonté à 2,9 % en octobre 2025 après un creux de 1,5 % en 2023, et les immeubles de six à dix-neuf logements de l'île affichent 2,2 % (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b). La SCHL anticipe une détente progressive vers 3,8 % en 2026 et 4,8 % en 2028 sous l'effet des livraisons récentes et du ralentissement démographique (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026e). Les loyers moyens de la zone Rosemont, 1 055 $ pour un une-chambre, 1 348 $ pour un deux-chambres et 1 750 $ pour trois chambres et plus, servent de référence pour les loyers de marché du sujet ; les loyers de l'état locatif synthétique, lorsqu'ils sont au marché, se situent dans ces ordres de grandeur pour des logements de 1962 sans ascenseur, et nettement au-dessous pour les baux anciens. La croissance des loyers de 7,4 % sur un an à échantillon constant est exceptionnelle au regard de la moyenne de long terme ; l'évaluateur ne la prolonge pas, retenant pour la projection une croissance des loyers de marché de 3,5 % par an, proche de l'indice des prix des loyers et légèrement supérieure à l'inflation de 3,1 % (Statistique Canada 2026b).

Tableau 47.2. Composantes du bâtiment, état observé et dépenses en capital retenues (dossier synthétique).

Composante	Année	État observé	CAPEX ($)	Exercice
Structure et fondations	1962	Aucune fissure active ; sous-sol sec	—	—
Parement de brique	1962	Rejointoiement partiel requis à moyen terme	inclus 2032	—
Membrane de toiture	2012	Cloques, joints ouverts ; fin de vie	85 000	2027
Fenêtres (PVC)	2009	Bon état ; quelques scellants	—	—
Balcons et escaliers d'acier	1962/1998	Corrosion aux ancrages	40 000	2029
Plomberie d'alimentation	1962 (partielle 2005)	Cuivre et galvanisé résiduel	inclus 2032	—
Électricité (panneaux 100 A)	1990	Conforme ; plinthes électriques	—	—
Cuisines et salles de bain (6 logements anciens)	1962–1995	Désuets mais fonctionnels	120 000	2032
Chauffage aires communes (gaz)	2016	Bon état	—	—
Stationnement (6 cases, asphalte)	2010	Fissuration superficielle	—	—
Total des dépenses en capital sur l'horizon (2027, 2029, 2032)			245 000	

Source : [données synthétiques] `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json` (CAPEX) et fiche d'inspection fictive ; script `ch47_dossier.py`.

Sur le marché des immeubles, les transactions de petits multilogements restent soutenues : le prix médian des plex de deux à cinq logements atteint 950 000 $ dans le secteur Rosemont au troisième trimestre 2026 (+2 % sur un an) (Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026a), indicateur de la vigueur de la demande des petits investisseurs et des acheteurs-occupants, même si les plex ne sont pas des comparables directs d'un douze logements. Pour les immeubles d'appartements, CBRE situe les taux de capitalisation du multirésidentiel de faible hauteur de catégorie B à Montréal entre 4,25 % et 4,75 % au troisième trimestre 2026, en légère hausse (CBRE Canada 2026) ; l'écart avec l'obligation du Canada à dix ans (3,84 %) n'est que d'une soixantaine de points de base pour le haut de la fourchette, ce qui illustre la compression persistante des taux résidentiels par rapport aux autres catégories d'actifs, phénomène documenté par Chervachidze et Wheaton (2013) et Duca et Ling (2020) dans le cycle précédent.

Sur le marché des capitaux, la Banque du Canada a maintenu son taux directeur à 2,25 % pendant toute la période précédant la date d'évaluation, puis l'a relevé à 2,50 % le 28 octobre 2026, première hausse depuis juillet 2023 (Banque du Canada 2026a). Le taux hypothécaire conventionnel à cinq ans affiché par les banques est de 6,19 %, mais les taux effectivement consentis sur les prêts assurés à taux fixe de cinq ans et plus s'établissaient à 4,12 % en août 2026 (Banque du Canada 2026b) ; c'est ce dernier taux, représentatif d'un prêt multilogement assuré par la SCHL, que le dossier retient pour l'analyse de financement. On note dès maintenant une tension centrale du dossier : un taux hypothécaire de 4,12 % amorti sur quarante ans correspond à une constante hypothécaire d'environ 5,08 %, supérieure au taux de capitalisation de 4,42 % que nous extrairons du marché ; le levier financier est donc

Tableau 47.3. Indicateurs de marché retenus à la date d'évaluation (sources publiques, consultées le 31 octobre 2026).

Indicateur	Valeur	Source et période
Loyer moyen, zone Rosemont (SCHL) : 1 ch. / 2 ch. / 3 ch.+ / tous	1 055 / 1 348 / 1 750 / 1 237 $	Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025b), octobre 2025
Taux d'inoccupation, RMR de Montréal (tous logements)	2,9 % (2,1 % en 2024)	Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025a), octobre 2025
Immeubles de 6 à 19 logements, île de Montréal : inoccupation / loyer 2 ch.	2,2 % / 1 177 $	Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025b), octobre 2025
Variation des loyers, même échantillon, RMR de Montréal	7,4 % (tous), 7,2 % (2 ch.)	Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025a), 2024–2025
Taux de rotation des locataires, RMR de Montréal	9,4 % (11,1 % en 2024)	Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025b), octobre 2025
Inoccupation prévue, RMR de Montréal	3,8 % (2026), 4,5 % (2027), 4,8 % (2028)	Société canadienne d'hypothèques et de logement (2026e), juillet 2026
Prix médian des plex (2 à 5 log.), secteur Rosemont / île / RMR	950 000 / 900 000 / 860 500 $	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026a) et Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026e), T3 2026
Taux de capitalisation, Montréal, multirésidentiel faible hauteur catégorie B	4,25 % à 4,75 % (en hausse)	CBRE Canada (2026), T3 2026
Investissement multirésidentiel, Montréal	2,9 G$ au S1 2026 (+30 %)	Altus Group (2026c)
Taux directeur de la Banque du Canada	2,25 % (du 30 oct. 2025 au 28 oct. 2026) ; 2,50 % depuis	Banque du Canada (2026a) et Banque du Canada (2026c)
Obligations du Canada 5 ans / 10 ans	3,58 % / 3,84 %	Banque du Canada (2026c), 29 oct. 2026
Taux hypothécaire conventionnel 5 ans affiché	6,19 %	Banque du Canada (2026c), semaine du 28 oct. 2026
Fonds avancés, prêts assurés à taux fixe 5 ans et plus	4,12 %	Banque du Canada (2026b), août 2026
IPC du Québec, variation annuelle	3,1 %	Statistique Canada (2026b), septembre 2026
Pourcentage de base du TAL (avis donnés à compter du 1er janvier 2026)	3,1 % (2026) ; 2027 non publié	Tribunal administratif du logement (2026d) et Tribunal administratif du logement (2026c)

Source : compilation de l'auteur à partir des sources indiquées ; aucune donnée synthétique dans ce tableau.

négatif sur le revenu courant, ce que la section 47.11 mesure et dont le chapitre 31 a exposé la théorie.

47.4 Analyse de l'état locatif

L'état locatif est la pièce maîtresse du dossier : il fixe le revenu que l'acheteur percevra effectivement et détermine, par comparaison avec les loyers de marché, le potentiel de rattrapage. Le tableau 47.4 présente les douze baux. Tous se terminent le 30 juin 2027, conformément à l'usage montréalais du bail de douze mois courant du 1er juillet au 30 juin ; aucun n'inclut le chauffage ; six comportent une case de stationnement. Le loyer de marché de chaque logement a été estimé par l'évaluateur à partir des loyers demandés pour des logements semblables du quartier et des moyennes de la SCHL pour la zone Rosemont, en tenant compte de la taille, de l'étage et de l'état intérieur. La figure 47.1 met les deux séries en regard.

Tableau 47.4. État locatif au 1er septembre 2026 : loyer contractuel, loyer de marché estimé et écart (données synthétiques).

Log.	Type	m²	Contrat ($/mois)	Marché ($/mois)	Écart ($)	Écart (%)	Bail depuis	Anc. (ans)	Stat.
101	3½	55	917	1 015	98	9,7	2021	5	oui
102	3½	52	788	1 004	216	21,5	2014	12	oui
103	3½	51	728	1 047	319	30,5	2008	18	non
104	3½	49	1 068	1 090	22	2,0	2025	1	oui
201	4½	73	1 144	1 345	201	14,9	2018	8	non
202	4½	68	1 191	1 240	49	4,0	2024	2	oui
203	4½	70	1 167	1 372	205	14,9	2018	8	non
204	4½	71	1 064	1 251	187	14,9	2018	8	oui
301	4½	75	1 328	1 356	28	2,1	2025	1	non
302	4½	72	1 258	1 478	220	14,9	2018	8	non
303	5½	96	1 526	1 622	96	5,9	2023	3	oui
304	5½	93	1 616	1 683	67	4,0	2024	2	non
Total		825	13 795	15 503	1 708	11,0		6,3	6

Source : [données synthétiques] `cas3_montreal_etat_locatif.csv` ; échéance de tous les baux : 2027-06-30 ; chauffage non inclus ; ligne « Total » : ancienneté moyenne 6,3 ans ; script `ch47_dossier.py`.

Le loyer contractuel mensuel total est de 13 795 $, contre 15 503 $ au marché : l'écart global est de 11,0 %, soit 142 $ par logement et par mois en moyenne, et 20 496 $ par an. La structure de cet écart est caractéristique des immeubles anciens du Québec. Les quatre logements reloués depuis 2024 (104, 202, 301, 304) sont à moins de 4 % du marché ; les cinq baux signés en 2018 accusent un retard homogène de 14,9 % après huit reconductions ; les deux baux les plus anciens, 102 (2014) et 103 (2008), sont respectivement 21,5 % et 30,5 % sous le marché. Le jeu synthétique a été construit avec une décote de 2 % par année d'ancienneté, hypothèse pédagogique qui reproduit l'écart cumulé entre les augmentations accordées selon les critères du Tribunal administratif du logement et la croissance des loyers de marché, laquelle a dépassé 7 % par an en 2024 et 2025 dans la région (Société canadienne

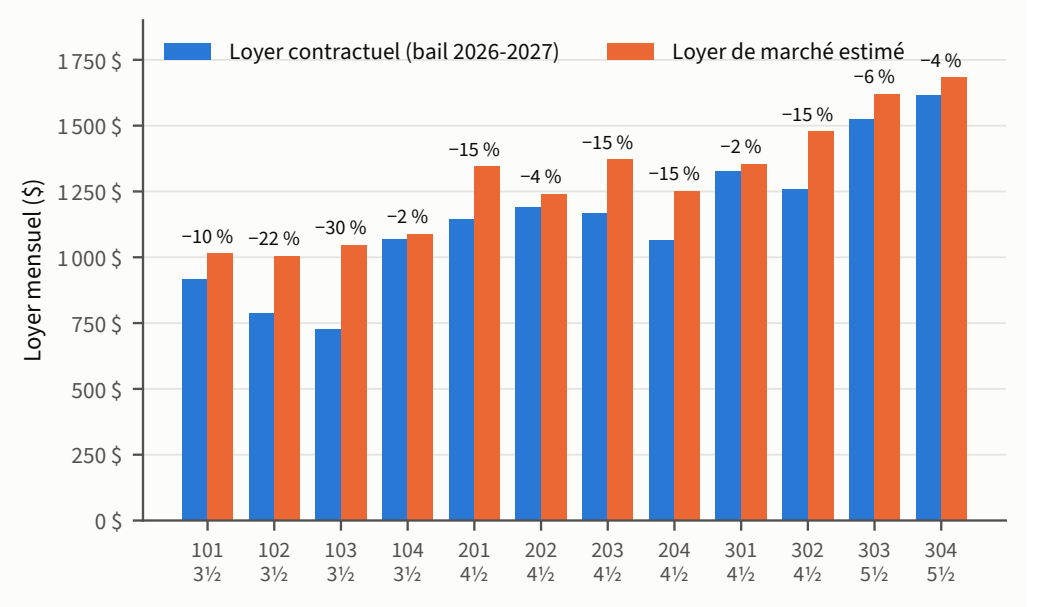


FIGURE 47.1. Loyer contractuel et loyer de marché estimé pour chacun des douze logements ; l'écart relatif, inscrit au-dessus de chaque paire, croît avec l'ancienneté du bail et atteint 30,5 % pour le logement 103 occupé depuis 2008.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch47_dossier_figures.py`, graine 20261031.

D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT 2025a). La littérature sur les régimes de contrôle des loyers dits « de deuxième génération », qui encadrent la hausse des baux en cours sans fixer le loyer des nouvelles locations, prédit exactement cette dispersion croissante entre locataires anciens et récents (ARNOTT 1995 ; KHOLODILIN 2024).

47.4.1 Les contraintes juridiques du rattrapage

L'évaluateur ne peut pas supposer que l'acheteur portera les loyers au marché au 1er juillet 2027. Quatre mécanismes du droit québécois gouvernent l'évolution du revenu et doivent être traduits en hypothèses de projection.

Premièrement, le bail se reconduit de plein droit et le locateur qui veut en modifier les conditions doit transmettre un avis « au moins trois mois, mais pas plus de six mois, avant l'arrivée du terme », soit entre le 1er janvier et le 31 mars 2027 pour des baux échéant le 30 juin (QUÉBEC 1991, art. 1941 à 1945). Le locataire peut refuser l'augmentation dans le mois tout en demeurant dans les lieux ; le locateur doit alors saisir le Tribunal dans le mois suivant le refus, faute de quoi le bail est reconduit aux conditions antérieures (QUÉBEC 1991, art. 1947). Le Tribunal fixe le loyer selon les critères du Règlement sur les critères de fixation de loyer, profondément remanié par le décret 1455-2025 entré en vigueur le 1er janvier 2026 : le nouvel article 3 énumère six critères, dont un pourcentage de base fondé sur la moyenne des trois dernières variations annuelles de l'indice des prix à la consommation du Québec, la variation des taxes municipales et scolaires et des primes d'assurance, et un rendement de 5 % sur les dépenses d'immobilisation de la période de référence (QUÉBEC 1985c ; QUÉBEC

2025b, art. 3 et 3.1). Pour les avis donnés à compter du 1er janvier 2026, le pourcentage de base est de 3,1 % pour 2026 ; celui de 2027 n'était pas publié à la date du rapport (Tribunal administratif du logement 2026d ; Tribunal administratif du logement 2026c). La projection retient donc une croissance des loyers contractuels de 3,1 % par an, en précisant qu'il s'agit du pourcentage de base et que la part des taxes et des immobilisations, variable, est traitée en analyse de sensibilité. Le point essentiel pour l'évaluation est que la valeur locative de marché « n'est pas un critère à prendre en considération » en fixation, comme le Tribunal l'a rappelé dans ses résumés de décisions (Tribunal administratif du logement 2026f) : le déficit de loyer d'un bail ancien ne se résorbe pas par la fixation.

Deuxièmement, le rattrapage ne survient qu'au départ du locataire. Le nouveau locataire doit être informé du loyer le plus bas payé au cours des douze mois précédents (section G du bail) et peut, dans les dix jours, demander la fixation du loyer (Québec 1991, art. 1896 et 1950) ; en pratique, la relocation au marché est fréquente mais non garantie. Le taux de rotation de 9,4 % observé par la SCHL dans la région de Montréal en 2025, en baisse par rapport à 11,1 % en 2024 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b), s'applique à l'ensemble du parc ; pour un immeuble dont la moitié des locataires bénéficient de loyers nettement inférieurs au marché, la rotation est vraisemblablement plus faible encore, puisque ces locataires ont le plus à perdre à déménager. Le dossier retient néanmoins une rotation de 15 % par an, soit environ deux logements, en posant que les locataires les plus sous le marché partent en premier ; cette hypothèse, plus favorable au propriétaire que les données de la SCHL, est volontairement soumise au test de résistance de la section 47.12, où elle varie de 8 % à 25 %.

Troisièmement, les réformes législatives récentes modifient la marge de manœuvre du locateur dans les deux sens. La loi dite « Loi 31 » a permis au locateur de refuser une cession de bail « pour un motif autre qu'un motif sérieux », le bail étant alors résilié à la date de cession indiquée (Québec 1991 ; Québec 2024b, art. 1978.2), ce qui met fin, en pratique, au transfert des baux anciens à loyer bas entre locataires et accélère le retour au marché lors des départs. À l'inverse, la « Loi 65 » interdit toute éviction aux fins de subdivision, d'agrandissement ou de changement d'affectation « avant le 6 juin 2027 » (Québec 2024a, art. 1) et élargit la protection des locataires aînés aux personnes de 65 ans ou plus occupant le logement depuis au moins dix ans et disposant d'un revenu modeste (Québec 1991, art. 1959.1). Les indemnités d'éviction ont été portées, pour les évictions permises, à un mois de loyer par année d'occupation, entre trois et vingt-quatre mois, plus les frais de déménagement (Québec 1991, art. 1965). Pour un prêteur, ces règles signifient qu'aucune stratégie de repositionnement rapide (rénovation lourde avec évictions) ne peut être valorisée dans la valeur marchande : le scénario de base doit être celui de la continuation de l'exploitation locative avec rattrapage au gré des départs.

Quatrièmement, la vente de l'immeuble ne modifie rien aux baux (Québec 1991, art. 1937) et le locateur ne peut exiger aucun dépôt de garantie (Québec 1991, art. 1904) ; les loyers de juillet et août 2026 déjà perçus par le vendeur et les ajustements à la date de signature relèvent de l'acte de vente et non de l'évaluation. Le formulaire obligatoire de déclarations du vendeur de l'OACIQ ne s'applique qu'aux immeubles résidentiels de moins de cinq logements (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a ; Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2026) : pour un douze logements, l'évaluateur doit obtenir lui-même du vendeur, ou par le courtier, la liste des avis d'augmentation envoyés, des refus reçus et des demandes pendantes devant

le Tribunal, informations qui n'ont pas été fournies dans le dossier fictif et dont l'absence est signalée comme limite.

47.4.2 Vacance économique

Le taux d'inoccupation de la SCHL mesure la part des logements vacants à une date donnée ; il ne mesure ni les pertes de loyer entre deux baux, ni les mauvaises créances, ni les concessions. L'évaluateur retient une provision combinée pour inoccupation et mauvaises créances de 3,9 % du revenu brut potentiel contractuel. Ce taux résulte du rapprochement de trois éléments : le taux d'inoccupation de 2,9 % de la région métropolitaine en octobre 2025 et de 2,2 % pour les immeubles de six à dix-neuf logements de l'île (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) ; la détente anticipée vers 3,8 % en 2026 et 4,5 % en 2027 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026e) ; et une provision d'environ un point pour les mauvaises créances et les pertes à la rotation, qui, avec deux logements relocalisés par an et un mois perdu à chaque fois, représente à elle seule près de 1,4 % du revenu. Aucune statistique officielle ne mesure la vacance économique des petits immeubles québécois ; le chapitre 27 a discuté les ordres de grandeur et leur incertitude, et le test de résistance fait varier ce taux de 2,4 % à 6,3 % au centile 5 et 95.

47.5 Revenus

Le revenu brut potentiel (RBP) est la somme des loyers contractuels annualisés :

$$RBP = 12 \sum_{i=1}^{12} L_i = 12 \times 13\,795\,\$ = 165\,540\,\$, \tag{47.1}$$

où L_i est le loyer mensuel du logement i au 1er septembre 2026. Au marché, le même calcul donnerait 186 036 $; l'écart de 20 496 $ est le déficit de loyer annuel dont la résorption progressive constitue la principale source de croissance du revenu dans la projection. Le choix du RBP *contractuel* comme base de la première année découle directement du droit évalué : le locateur perçoit les loyers des baux en vigueur, et la première année de la projection court du 1er septembre 2026 au 31 août 2027, période pendant laquelle les loyers ne peuvent changer qu'au 1er juillet 2027, pour les deux derniers mois ; l'effet est négligeable et la convention de l'ouvrage retient le loyer en place pour toute la première année.

Les autres revenus comprennent la location des six cases de stationnement, la buanderie commune et les frais de rangement, pour un total de 9 360 $ par an, soit 65 $ par logement et par mois en moyenne ; ces revenus ne sont pas soumis à la provision pour inoccupation, car ils sont soit facturés par bail (stationnement), soit indépendants de l'occupation d'un logement donné. Le revenu brut effectif (RBE) s'écrit

$$RBE = RBP\,(1 - v) + R_{\text{autres}} = 165\,540\,\$ \times (1 - 0{,}039) + 9\,360\,\$ = 168\,443{,}94\,\$, \tag{47.2}$$

la provision pour inoccupation et mauvaises créances s'élevant à 6 456,06 $. Le tableau 47.5 récapitule la construction du revenu.

Tableau 47.5. Construction du revenu brut effectif de première année (données synthétiques).

Poste	Montant ($)	% du RBP
Revenu brut potentiel, loyers contractuels (12 baux)	165 540,00	100,0
pour mémoire : RBP aux loyers de marché	186 036,00	112,4
Moins : inoccupation et mauvaises créances (3,9 %)	−6 456,06	−3,9
Plus : autres revenus (stationnement, buanderie, rangement)	9 360,00	5,7
Revenu brut effectif	168 443,94	101,8

Source : [données synthétiques] `traite/cas3.py`, fonction `revenus` ; script `ch47_dossier.py`.

47.6 Dépenses d'exploitation

47.6.1 Historique 2023-2025

Le vendeur a fourni les états de dépenses des trois derniers exercices (tableau 47.6). Le total passe de 66 992 $ en 2023 à 70 693 $ en 2025, soit une croissance annuelle moyenne de 2,7 %, inférieure à la croissance des assurances et de l'énergie, mais tirée vers le bas par la stabilité des taxes municipales pendant la dernière année du rôle 2023-2025. Trois observations guident la normalisation. Les taxes municipales de 2025 (10 631 $) reflètent le rôle précédent ; elles doivent être recalculées sur la valeur inscrite au rôle 2026-2028. Les assurances ont bondi de 9,9 % en 2024 puis reculé en 2025, le propriétaire ayant changé d'assureur ; la prime 2025 est retenue comme base. La « réserve de remplacement » inscrite par le propriétaire (8 103 $ en 2025, soit 675 $ par logement) correspond aux achats effectifs d'électroménagers et de revêtements de l'exercice plutôt qu'à une dotation régulière ; elle est conservée à ce niveau comme dotation normalisée, l'ordre de grandeur étant conforme à la convention de l'ouvrage, et elle n'est pas indexée puisqu'elle sera révisée à chaque exercice. Aucune tarification distincte de l'eau n'apparaît : à Montréal, le service d'eau des immeubles résidentiels est financé par la taxe foncière générale, et le poste reste à zéro.

47.6.2 Normalisation poste par poste

La **normalisation** transforme l'historique en dépenses prospectives de première année, représentatives d'un propriétaire typique. Le tableau 47.7 et la figure 47.2 en présentent le résultat. Les règles appliquées, toutes issues de la fonction `depenses_normalisees` de la bibliothèque partagée, sont les suivantes. Les taxes municipales sont recalculées comme le produit de la valeur au rôle 2026-2028 par le taux général résidentiel 2026 : 2 200 000 $ × 0,004 631 = 10 188,20 $; ce montant est *inférieur* à la taxe payée en 2025, ce qui doit alerter le lecteur. L'explication tient à ce que le compte réel comprend, outre la taxe générale, la taxe d'arrondissement et d'éventuelles taxes spéciales, dont le taux n'a pu être vérifié ; si l'on indexait plutôt le compte 2025 de la hausse moyenne de 5,3 % annoncée pour Rosemont–La Petite-Patrie (Le Devoir 2026), la taxe normalisée serait de 11 194 $, soit 1 006 $ de plus, et le revenu net diminuerait d'autant. La convention du jeu synthétique et de la bibliothèque est de retenir le recalcul au taux général ; l'écart est traité dans les limites et dans l'exercice 47.2. La taxe scolaire est recalculée au taux 2026-2027 de 0,078 99 $ par 100 $ sur la valeur au rôle, soit 1 737,78 $, en négligeant l'exemption des premiers 25 000 $ de valeur (environ 20 $). Les assurances et les postes variables (énergie des aires communes, entretien, conciergerie,

Tableau 47.6. Dépenses d'exploitation déclarées par le vendeur, 2023 à 2025 (données synthétiques, $ courants).

Poste	2023	2024	2025	Var. 2025/2023 (%)
Taxes municipales	10 649	10 853	10 631	−0,2
Taxe scolaire	1 782	1 712	1 744	−2,1
Assurances	11 474	12 614	11 060	−3,6
Électricité (aires communes)	3 792	4 062	4 260	12,3
Chauffage (aires communes, gaz)	2 608	2 654	2 892	10,9
Eau et égouts	0	0	0	—
Entretien et réparations	10 434	11 025	11 403	9,3
Conciergerie	8 989	10 227	9 844	9,5
Déneigement et paysagement	5 959	6 091	6 686	12,2
Frais juridiques et comptables	2 329	2 480	2 751	18,1
Publicité et location	1 171	1 232	1 319	12,6
Réserve de remplacement (achats de l'exercice)	7 805	7 488	8 103	3,8
Total	66 992	70 438	70 693	5,5

Source : [données synthétiques] `cas3_montreal_depenses.csv` ; le propriétaire gère lui-même l'immeuble (aucuns frais de gestion déclarés).

déneigement, honoraires, publicité) sont indexés de 3 % sur la base de 2025, taux de croissance des dépenses retenu pour toute la projection, cohérent avec l'inflation de 3,1 % (Statistique Canada 2026b) et avec la hausse tarifaire de 3,0 % de l'électricité domestique autorisée pour 2026.

La gestion est imputée à 4 % du revenu brut effectif, soit 6 737,76 $, bien que le propriétaire actuel gère lui-même l'immeuble : la valeur marchande suppose un acheteur typique qui rémunère la gestion, qu'il la confie à un tiers ou qu'il valorise son propre temps. Le barème indicatif de la SCHL pour les immeubles locatifs du Québec situe les frais de gestion et d'administration entre 3 % et 5 % du revenu brut selon la taille (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2015), et le Tribunal administratif du logement admet dans ses calculs un forfait de 5 % des revenus ; le taux de 4 % est au milieu de la fourchette pour un immeuble de douze logements. Enfin, la **réserve de remplacement** de 8 103 $, soit 675 $ par logement, couvre le renouvellement courant des composantes à courte durée de vie ; les travaux majeurs identifiés à l'inspection (toiture, balcons, cuisines) sont des dépenses en capital ponctuelles traitées séparément dans le flux actualisé, et non dans le revenu net capitalisé, pour éviter le double comptage. Cette convention est celle de l'annexe des conventions de calcul : le revenu net d'exploitation capitalisé inclut la réserve, et les taux extraits du marché à la section 47.8 ont été calculés sur des revenus nets définis de la même manière.

Le ratio des dépenses totales au revenu brut effectif,

$$\rho = \frac{DE + RR}{RBE} = \frac{70\,385{,}19\,\$ + 8\,103{,}00\,\$}{168\,443{,}94\,\$} = 46{,}6\,\%, \tag{47.3}$$

est élevé pour un immeuble dont les locataires paient leur chauffage ; il s'explique par le niveau bas des loyers en place, qui gonfle mécaniquement tout ratio rapporté au revenu,

Tableau 47.7. Normalisation des dépenses : base 2025, règle appliquée et montant de première année (données synthétiques).

Poste	2025 ($)	Règle de normalisation	Normalisé ($)	% du RBE
Taxes municipales	10 631	rôle 2026 × 0,463 1 $/100 $	10 188,20	6,0
Taxe scolaire	1 744	rôle 2026 × 0,078 99 $/100 $	1 737,78	1,0
Assurances	11 060	prime 2025 × 1,03	11 391,80	6,8
Électricité (aires communes)	4 260	× 1,03	4 387,80	2,6
Chauffage (aires communes, gaz)	2 892	× 1,03	2 978,76	1,8
Eau et égouts	0	inclus dans la taxe générale	0,00	0,0
Entretien et réparations	11 403	× 1,03	11 745,09	7,0
Conciergerie	9 844	× 1,03	10 139,32	6,0
Déneigement et paysagement	6 686	× 1,03	6 886,58	4,1
Frais juridiques et comptables	2 751	× 1,03	2 833,53	1,7
Publicité et location	1 319	× 1,03	1 358,57	0,8
Gestion (imputée)	—	4 % du RBE	6 737,76	4,0
Dépenses d'exploitation hors réserve			70 385,19	41,8
Réserve de remplacement	8 103	maintenue (675 $/logement)	8 103,00	4,8
Dépenses totales	70 693		78 488,19	46,6

Source : [données synthétiques] `traite/cas3.py`, fonction `depenses_normalisees` (croissance 3 %) ; taux de taxes : Le Devoir (2026) et Centre de services scolaire des Hautes-Rivières (2026).

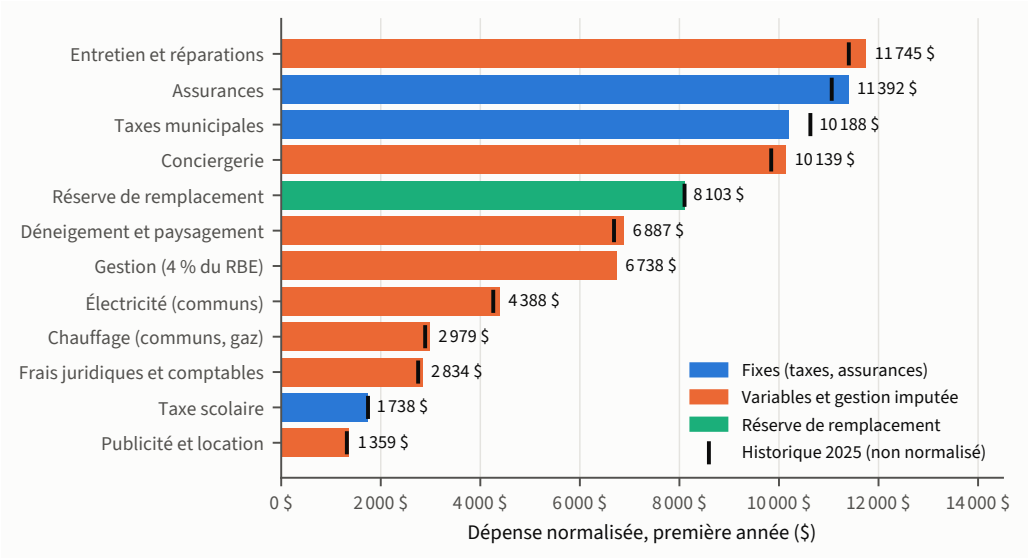


Figure 47.2. Structure des dépenses normalisées de première année, par poste et par nature (fixes, variables et gestion imputée, réserve) ; le trait vertical indique le montant historique 2025 de chaque poste, ce qui fait ressortir la baisse des taxes recalculées au taux général et l'ajout de la gestion imputée.
Source : [données synthétiques] script `ch47_dossier_figures.py`, graine 20261031.

et par l'inclusion de la gestion imputée et de la réserve. Par logement, les dépenses totales s'élèvent à 6 541 $ par an. Le lecteur se gardera de comparer ce ratio aux fourchettes de 35 % à 50 % qui circulent dans les publications de courtage sans définition des postes inclus ; aucune enquête officielle ne mesure un ratio de dépenses typique au Québec, et seule la décomposition poste par poste, avec ses règles explicites, rend la normalisation vérifiable.

47.7 Revenu net d'exploitation normalisé

Le **revenu net d'exploitation** (RNE, *net operating income*) de première année est

$$RNE_1 = RBE - DE - RR = 168\,443{,}94\,\$ - 70\,385{,}19\,\$ - 8\,103{,}00\,\$ = 89\,955{,}75\,\$, \qquad (47.4)$$

soit 7 496,31 $ par logement et 53,4 % du revenu brut effectif. Ce chiffre est le pivot du dossier : il est capitalisé à la section 47.8, il constitue la première année de la projection de la section 47.9, il détermine le prêt maximal par la couverture de la dette à la section 47.11 et il sert de point de départ au test de résistance. Il est identique, au cent près, à celui que les chapitres de méthode ont obtenu sur les mêmes données, parce qu'il provient du même code ; c'est la garantie de cohérence que l'ouvrage s'est imposée. Trois précisions en encadrent l'usage. Le revenu net est **prospectif** (douze mois suivant la date d'évaluation) et non historique : les dépenses déclarées de 2025 (70 693 $) sont inférieures de 7 795 $ aux dépenses normalisées, parce qu'elles ne comportent ni gestion imputée ni indexation, et un acheteur qui capitaliserait le revenu net historique surpaierait l'immeuble d'environ 176 000 $ au taux retenu. Le revenu net est calculé *après* réserve de remplacement, convention qui exige que le taux de capitalisation soit extrait de ventes dont le revenu net a été défini de la même manière. Enfin, le revenu net ne tient aucun compte du financement ni de l'impôt : il mesure la capacité de l'immeuble, non celle de son propriétaire.

47.8 Méthode du revenu : capitalisation directe

47.8.1 Extraction du taux global sur quarante ventes

La capitalisation directe convertit le revenu net de première année en valeur au moyen d'un taux global R extrait de ventes comparables :

$$R_j = \frac{RNE_{1,j}}{P_j}, \qquad j = 1, \dots, n, \qquad (47.5)$$

où P_j est le prix de vente du comparable j et $RNE_{1,j}$ son revenu net de première année, normalisé par l'évaluateur selon les mêmes conventions que pour le sujet. Le fichier synthétique de comparables contient quarante ventes d'immeubles de 6 à 30 logements conclues entre septembre 2024 et août 2026 dans cinq quartiers de l'île (Rosemont, Villeray, Hochelaga, Plateau, Ahuntsic), avec pour chacune le revenu brut potentiel, le ratio de dépenses, le revenu net, le prix, le taux global, le prix par logement et le multiplicateur du revenu brut. La fenêtre de vingt-quatre mois et la tranche de 6 à 30 logements retenues par la fonction `taux_extraits` conservent les quarante ventes. Le tableau 47.8 présente les dix ventes les plus proches du sujet, sélectionnées par la distance d'attributs du chapitre 16 (nombre de logements, année de construction, ancienneté de la vente et état, avec un poids double pour la taille) ; le tableau 47.9 donne les statistiques de l'ensemble et la figure 47.3 la dispersion complète.

Tableau 47.8. Les dix ventes comparables les plus proches du sujet (sur quarante), classées par distance d'attributs (données synthétiques).

Vente	Date	Quartier	Log.	Constr.	État	RNE ($)	Prix ($)	Taux (%)	$/log.	MRB
M040	2026-08-09	Villeray	12	1 954	3	111 423	2 518 000	4,43	209 833	11,87
M035	2026-04-30	Plateau	13	1 947	3	98 988	2 354 000	4,21	181 077	13,43
M022	2025-08-22	Rosemont	11	1 952	3	87 455	1 834 000	4,77	166 727	11,01
M019	2025-06-14	Hochelaga	14	1 962	3	129 519	2 571 000	5,04	183 643	11,99
M024	2025-09-05	Plateau	8	1 961	3	73 999	1 883 000	3,93	235 375	14,99
M027	2025-11-28	Rosemont	17	1 960	3	157 397	3 426 000	4,59	201 529	11,89
M034	2026-04-12	Rosemont	14	1 950	2	109 849	2 355 000	4,66	168 214	11,38
M023	2025-08-22	Ahuntsic	12	1 965	4	134 230	3 511 000	3,82	292 583	16,05
M031	2026-01-08	Hochelaga	9	1 972	4	68 562	1 254 000	5,47	139 333	9,68
M037	2026-07-28	Hochelaga	16	1 942	3	157 028	3 923 000	4,00	245 188	15,67

Source : [données synthétiques] `cas3_montreal_comparables.csv` ; sélection par `traite.comparables.distance_attributs` ; script `ch47_dossier.py`.

Tableau 47.9. Statistiques des taux globaux extraits des quarante ventes et indications de valeur correspondantes pour le sujet (données synthétiques).

Statistique (n = 40)	Taux (%)	RNE_1 / R ($)
Minimum	3,720	2 418 165
Premier quartile	4,152	2 166 303
Médiane (taux retenu)	**4.415**	**2037503**
Moyenne simple	4,404	2 042 708
Moyenne pondérée par le RNE	4,332	2 076 581
Troisième quartile	4,638	1 939 747
Maximum	5,470	1 644 529
Écart-type	0,406	—
Médiane, immeubles de 6 à 14 logements (n = 14)	4,555	1 974 879
Médiane, ventes des 12 derniers mois (n = 17)	4,430	2 030 604
Médiane, quartier Rosemont (n = 11)	4,590	1 959 820
Régression : constante (état 3, 12 logements)	4,567	1 969 694
pente par point d'état (2 → 4)	−0,044	—
pente par logement supplémentaire	−0,023	—

Source : [données synthétiques] `traite/cas3.py`, fonction `taux_extraits` ; valeurs = 89 955,75 $\$/R$.

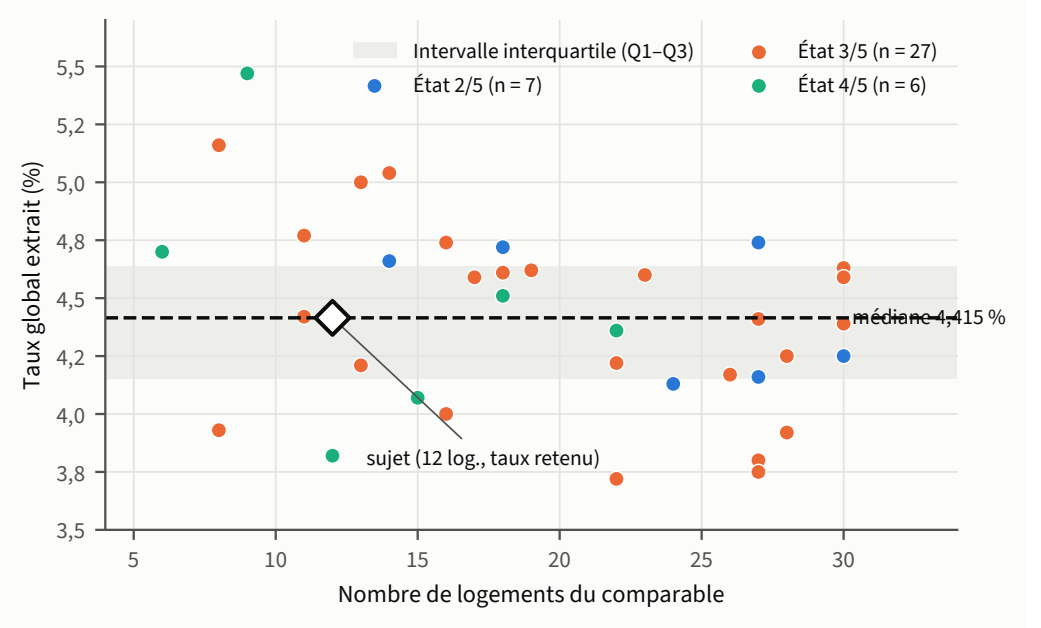


FIGURE 47.3. Taux globaux extraits des quarante ventes selon le nombre de logements et l'état ; la bande grise est l'intervalle interquartile, le trait pointillé la médiane retenue pour le sujet, repéré par le losange à douze logements. Les grands immeubles du Plateau et d'Ahuntsic tirent le bas de la distribution.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `ch47_dossier_figures.py`, graine 20261031.

47.8.2 Choix du taux et indication de valeur

La distribution des taux est resserrée : la moitié centrale des ventes se situe entre 4,152 % et 4,638 %, l'écart-type est de 41 points de base et la fourchette entière, de 3,72 % à 5,47 %, s'inscrit presque exactement dans l'intervalle publié par CBRE pour le multirésidentiel de faible hauteur à Montréal, 4,25 % à 4,75 % pour la catégorie B, les quelques ventes sous 4 % correspondant à de grands immeubles du Plateau qui relèvent plutôt de la catégorie A (CBRE CANADA 2026). Trois sous-échantillons éclairent la position du sujet. Les immeubles de 6 à 14 logements se vendent à une médiane de 4,555 %, soit 14 points de base au-dessus de l'ensemble, ce que la pente de la régression confirme (environ 2 points de base de taux par logement supplémentaire) : les petits immeubles sont moins liquides et moins recherchés des investisseurs institutionnels. Les ventes des douze derniers mois donnent une médiane de 4,43 %, pratiquement égale à celle de l'ensemble : aucune dérive temporelle n'est perceptible, en accord avec la lecture « stable à légèrement en hausse » du marché. Le quartier Rosemont affiche une médiane de 4,59 %, mais sur onze ventes dont plusieurs grands immeubles anciens ; l'effet de quartier est confondu avec l'effet de taille et l'évaluateur ne lui accorde pas de poids distinct. Quant à l'état, la pente estimée est faible et de signe négatif (un meilleur état abaisse le taux), mais elle n'est pas statistiquement distinguable de zéro sur quarante observations.

L'évaluateur retient la médiane de l'ensemble, 4,415 %, arrondie à 4,42 % dans la conclusion. Ce choix se justifie par la robustesse de la médiane aux valeurs extrêmes, par la cohérence avec la fourchette CBRE et avec la médiane des ventes récentes, et par la position du sujet : un immeuble de douze logements, d'état moyen, à Rosemont, dont les loyers sont sous le marché. Ce dernier trait mérite réflexion. Un acheteur qui anticipe un rattrapage des

loyers accepte un taux de première année plus bas qu'il ne le ferait pour un immeuble déjà au marché, puisque la croissance attendue du revenu est plus forte ; la relation $R \approx r - g$ du modèle de Gordon et Shapiro (1956), dérivée au chapitre 29, l'exprime directement. Les comparables synthétiques ont été générés avec des loyers en place eux aussi décotés selon l'ancienneté, de sorte que leur taux global intègre déjà, en moyenne, une attente de rattrapage comparable ; appliquer la médiane au sujet revient à lui prêter un potentiel de croissance moyen, ce qui est prudent compte tenu de l'écart de 11 % au marché. L'évaluateur aurait pu, à l'inverse, retenir un taux légèrement supérieur pour la petite taille (vers 4,55 %) ; il s'en abstient parce que la méthode des flux actualisés, à la section suivante, rend explicite la trajectoire des loyers et offre un contrepoids à ce jugement.

L'indication par capitalisation directe est

$$\hat{V}_{\text{cap}} = \frac{RNE_1}{R} = \frac{89\,955{,}75\,\$}{0{,}044\,15} = 2\,037\,502{,}89\,\$, \tag{47.6}$$

soit 169 792 $ par logement et un multiplicateur de 12,31 fois le revenu brut potentiel contractuel. La sensibilité au taux est immédiate : à 4,165 % l'indication passe à 2 159 802 $, à 4,665 % à 1 928 312 $, soit une variation d'environ 5,7 % pour 25 points de base ; les bornes interquartiles donnent 2 166 303 $ et 1 939 747 $. Cette plage de plus ou moins 6 % autour de la médiane constitue l'incertitude propre à la méthode, indépendamment de celle du revenu net ; le chapitre 20 a montré comment combiner les deux.

47.9 Méthode du revenu : flux actualisés sur dix ans

47.9.1 Hypothèses de projection

La **méthode des flux actualisés** (DCF, *discounted cash flow*) explicite ce que la capitalisation directe résume en un seul taux : la trajectoire des loyers contractuels et de marché, la rotation des locataires, la croissance des dépenses, les dépenses en capital et la revente. Le tableau 47.10 déclare les hypothèses, toutes tirées du fichier `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json`, avec leur justification. L'horizon de dix ans correspond à la durée de détention typique d'un investisseur privé et à deux termes hypothécaires de cinq ans ; les flux sont réputés reçus en fin d'année, la première année courant du 1er septembre 2026 au 31 août 2027.

Le mécanisme central est celui du rattrapage par rotation. Chaque année $t \geq 2$, le loyer contractuel de chaque logement est indexé de $g_c = 3{,}1\,\%$ et le loyer de marché de $g_m = 3{,}5\,\%$; puis les $k = \lfloor 0{,}15 \times 12 \rfloor = 2$ logements dont le rapport loyer contractuel sur loyer de marché est le plus faible sont reloués au marché :

$$L_{i,t} = \begin{cases} L^{m}_{i,t} = L^{m}_{i,t-1}(1+g_m) & \text{si } i \in \mathscr{K}_t \text{ (logement relocalisé)}, \\ L_{i,t-1}(1+g_c) & \text{sinon}, \end{cases} \qquad RBP_t = 12 \sum_{i} L_{i,t}. \tag{47.7}$$

Le revenu brut effectif applique la provision v au revenu brut potentiel et ajoute les autres revenus indexés de g_d ; les dépenses hors réserve croissent de $g_d = 3{,}0\,\%$ et la réserve reste fixe ; le flux avant dette est le revenu net diminué des dépenses en capital de l'année. Le choix d'indexer les loyers contractuels au seul pourcentage de base du TAL est prudent : la nouvelle méthode ajoute la part attribuable des variations de taxes et d'assurances et un

Tableau 47.10. Hypothèses de la projection de flux actualisés et leur justification.

Hypothèse	Valeur	Justification et source
Horizon	10 ans	Détention typique ; deux termes de 5 ans
Croissance des loyers contractuels	3,1 %/an	Pourcentage de base du TAL pour 2026, avis dès le 1er janvier 2026 (Tribunal administratif du logement 2026d) ; 2027 non publié
Croissance des loyers de marché	3,5 %/an	IPC du Québec 3,1 % (Statistique Canada 2026b) ; décélération attendue après +7,4 % en 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a) ; inoccupation en hausse (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026e)
Rotation annuelle	15 % (≈ 2 log.)	Hypothèse ; SCHL RMR : 9,4 % en 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025b) ; les logements les plus sous le marché se libèrent en premier
Inoccupation et mauvaises créances	3,9 %	Section 47.4
Croissance des dépenses	3,0 %/an	IPC ; tarifs d'électricité +3,0 % en 2026 ; réserve non indexée
Dépenses en capital	85 000 $ (2027), 40 000 $ (2029), 120 000 $ (2032)	Inspection, tableau 47.2
Taux d'actualisation r	7,25 %	Taux global 4,42 % + croissance attendue du RNE ≈ 2,8 % ; obligation 10 ans 3,84 % + prime ≈ 340 pb (Banque du Canada 2026c)
Taux terminal R_T	5,00 %	Taux retenu 4,42 % + 58 pb pour l'âge accru et l'incertitude à 10 ans (Geltner et al. 2014)
Coûts de vente c_v	2,5 %	Courtage et frais juridiques usuels pour un immeuble de cette taille (hypothèse)

Source : [données synthétiques] `cas3_montreal_hypotheses_dcf.json` ; justifications de l'auteur.

rendement de 5 % sur les immobilisations, de sorte que la toiture de 2027 et les cuisines de 2032 donneraient droit à des augmentations supplémentaires ; ne pas les compter revient à traiter ces travaux comme non récupérables, ce qui sous-estime légèrement le revenu et compense l'hypothèse favorable de rotation.

47.9.2 Projection et valeur

Le tableau 47.11 présente la projection complète et la figure 47.4 la visualise. Le revenu brut potentiel passe de 165 540 $ à 251 101 $ en dix ans, et à l'année dix il atteint 99,0 % du revenu de marché de la même année : avec deux relocations par an, l'écart initial de 11 % est résorbé en cinq à six ans, après quoi la croissance du revenu rejoint celle du marché. Le revenu net croît de 89 956 $ à 153 581 $, soit un taux annuel composé de 6,12 %, nettement supérieur à l'inflation, ce qui est la signature d'un immeuble dont les loyers rattrapent le marché ; la croissance ralentit à environ 4 % en fin de période. Les trois dépenses en capital, pour un total de 245 000 $, creusent le flux avant dette des années 2027, 2029 et 2032 ; l'année de la toiture, le flux tombe à 14 512 $, très inférieur au service de la dette que la section 47.11 calculera, ce qui signifie que l'acheteur devra financer ces travaux autrement que par l'exploitation courante.

Tableau 47.11. Projection des flux sur dix ans et revenu de l'année 11 servant à la valeur terminale (données synthétiques, $ courants).

t	Exerc.	RBP	RBP marché	RBE	Dép.	Rés.	RNE	CAPEX	Flux av. dette
1	2026-27	165 540	186 036	168 444	70 385	8 103	89 956	0	89 956
2	2027-28	177 389	192 547	180 112	72 497	8 103	99 512	85 000	14 512
3	2028-29	188 095	199 286	190 689	74 672	8 103	107 915	0	107 915
4	2029-30	199 953	206 261	202 383	76 912	8 103	117 368	40 000	77 368
5	2030-31	209 340	213 481	211 710	79 219	8 103	124 388	0	124 388
6	2031-32	218 250	220 952	220 589	81 596	8 103	130 890	0	130 890
7	2032-33	226 565	228 686	228 905	84 044	8 103	136 759	120 000	16 759
8	2033-34	234 307	236 690	236 681	86 565	8 103	142 013	0	142 013
9	2034-35	242 513	244 974	244 912	89 162	8 103	147 647	0	147 647
10	2035-36	251 101	253 548	253 521	91 837	8 103	153 581	0	153 581
11	2036-37	259 911	262 422	262 353	94 592	8 103	159 658	—	(val. term.)

Source : [données synthétiques] `traite/cas3.py`, fonction `projection_dcf` ; montants arrondis au dollar, calculs non arrondis.

La valeur terminale capitalise le revenu net de l'année 11 au taux terminal, puis déduit les coûts de vente :

$$V_T = \frac{RNE_{11}}{R_T} = \frac{159\,658{,}38\,\$}{0{,}05} = 3\,193\,167{,}52\,\$, \qquad V_T^{\text{net}} = V_T(1 - c_v) = 3\,113\,338{,}33\,\$. \tag{47.8}$$

La valeur présente est la somme des flux actualisés et de la valeur terminale nette actualisée :

$$\hat{V}_{\text{DCF}} = \sum_{t=1}^{10} \frac{CF_t}{(1+r)^t} + \frac{V_T^{\text{net}}}{(1+r)^{10}} = 662\,409{,}91\,\$ + 1\,546\,156{,}00\,\$ = 2\,208\,565{,}91\,\$. \tag{47.9}$$

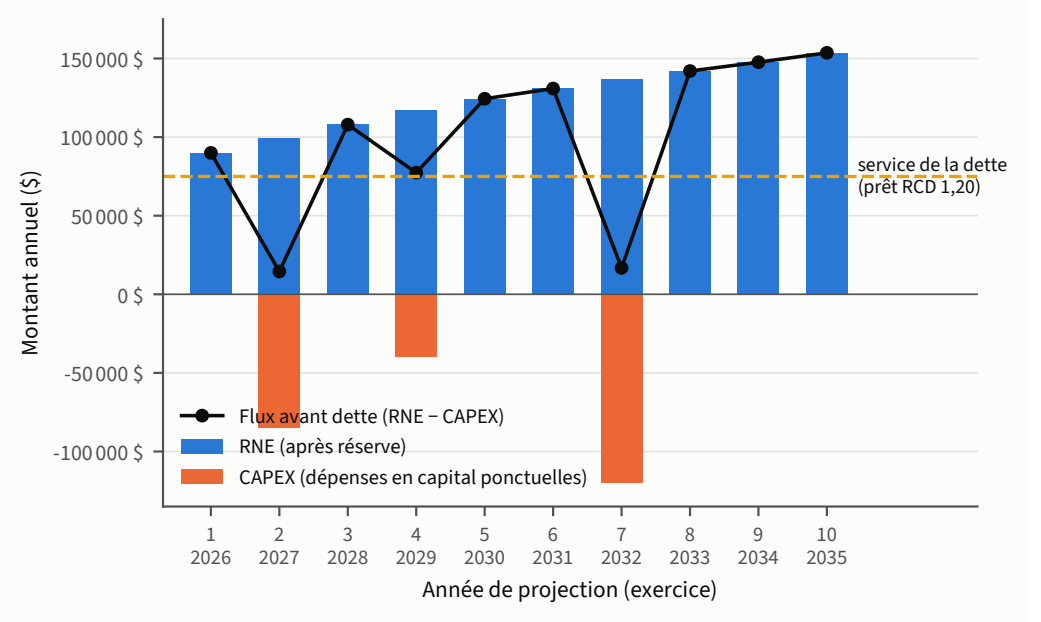


Figure 47.4. Revenu net, dépenses en capital et flux avant dette de la projection sur dix ans ; la ligne tiretée est le service annuel de la dette du prêt dimensionné au ratio de couverture de 1,20. Les années de travaux (toiture en 2027, balcons en 2029, cuisines en 2032) font passer le flux avant dette sous le service de la dette.
Source : [données synthétiques] script `ch47_dossier_figures.py`, graine 20261031.

La part de la valeur terminale dans la valeur présente est de 70,0 %, proportion élevée qui traduit la faiblesse des flux courants par rapport au potentiel de revenu, ainsi que le poids des dépenses en capital dans la première moitié de l'horizon ; Geltner et al. (2014) rappellent que plus cette part est grande, plus la valeur dépend du couple (R_T, r) et moins elle dépend de la projection détaillée, ce que la tornade de la section 47.12 confirmera. Le taux global implicite de première année de l'indication DCF est $RNE_1 / \hat{V}_{\text{DCF}} = 4{,}07\,\%$, soit 35 points de base sous la médiane extraite ; la différence mesure précisément la prime que le modèle de flux accorde au rattrapage des loyers par rapport au comparable moyen. Le taux de rendement interne (TRI) implicite d'un acheteur qui paierait 2 208 566 $ et recevrait les flux projetés puis la revente nette est, par construction, égal au taux d'actualisation de 7,25 % ; il devient une information lorsqu'on le calcule au prix réconcilié (section 47.13).

L'indication DCF, 2 208 566 $, excède l'indication par capitalisation de 171 063 $, soit 8,4 %. L'écart n'est pas une erreur : il révèle que la médiane des taux extraits valorise moins le potentiel de rattrapage du sujet que ne le fait la projection explicite avec deux relocations par an. La réconciliation devra trancher entre ces deux lectures, et le test de résistance dira dans quelle mesure l'écart dépend de l'hypothèse de rotation.

47.10 Méthode de comparaison par unité

La méthode de comparaison appliquée à un immeuble de douze logements ne compare pas des prix totaux, trop dépendants de la taille, mais des prix par logement ou des multiplicateurs du revenu brut. Elle est ici une méthode d'appoint : elle vérifie que la valeur issue du

revenu n'est pas déconnectée des prix réellement payés par logement dans le marché, et elle fournit un ordre de grandeur indépendant des hypothèses de revenu net. Les dix ventes du tableau 47.8 servent de comparables.

47.10.1 Extraction des ajustements

Faute de paires de ventes appariées, les ajustements sont extraits par une régression auxiliaire du logarithme du prix par logement sur l'état, la taille, le niveau de loyer, l'ancienneté de la vente et le quartier, estimée sur les quarante ventes ($R^2 = 0{,}635$, écart-type résiduel 10,9 %). Trois coefficients sont exploitables : le niveau de loyer moyen, avec une élasticité de 1,17 (erreur-type 0,25), ce qui signifie qu'un immeuble dont les loyers sont 10 % plus élevés se vend environ 12 % plus cher par logement ; la taille, avec un effet de 0,79 % par logement supplémentaire (erreur-type 0,26 %), qui traduit la prime des grands immeubles ; et le quartier, le Plateau (+17,5 %) et Ahuntsic (+10,4 %) se vendant plus cher que Rosemont, Hochelaga (+3,5 %) et Villeray (+0,7 %) étant statistiquement indiscernables de Rosemont. L'effet temporel estimé est négatif et non significatif (−2,8 % par an, erreur-type 3,1 %) : conformément à la lecture d'un marché stable (indice Teranet–Banque Nationale de Montréal à +1,4 % sur un an en septembre 2026 (King 2026)), aucun ajustement de conditions de marché n'est appliqué. L'effet de l'état n'est pas identifiable sur l'échantillon ; l'évaluateur retient un ajustement déclaré de 3 % du prix par point d'état, hypothèse pédagogique cohérente avec la loi de génération du jeu synthétique et avec les ordres de grandeur du chapitre 17.

Les ajustements sont appliqués dans l'ordre conventionnel de l'ouvrage : d'abord les ajustements de transaction en pourcentage (ici nuls), puis les ajustements de propriété en dollars par logement, additifs, le signe étant celui du point de vue du sujet :

$$P_j^{\text{aj}} = P_j\,(1 + a_j^{t}) + A_{j,\text{loc}} + A_{j,\text{taille}} + A_{j,\text{état}} + A_{j,\text{loyer}}, \tag{47.10}$$

avec $A_{j,\text{loc}} = P_j\,[e^{-\hat{\mu}_{q(j)}} - 1]$ pour ramener le comparable au quartier Rosemont, $A_{j,\text{taille}} = P_j\,[e^{\hat{\beta}_n (12 - n_j)} - 1]$, $A_{j,\text{état}} = 0{,}03\,P_j\,(3 - e_j)$ et $A_{j,\text{loyer}} = P_j\,[(\bar{L}_s / \bar{L}_j)^{\hat{\beta}_L} - 1]$, où $\bar{L}_s = 1\,149{,}58$ \$ est le loyer contractuel moyen du sujet. L'ajustement de loyer est le plus important : il ramène le prix de comparables mieux loués au niveau de revenu effectivement acquis par l'acheteur du sujet, ce qui est la traduction, dans la méthode de comparaison, du droit du locateur évalué.

47.10.2 Indication par le prix par logement et par le multiplicateur

Le tableau 47.12 montre que les prix ajustés se resserrent entre 150 455 \$ et 173 530 \$ pour huit des dix comparables, l'immeuble de neuf logements d'Hochelaga (M031) tirant vers le bas et le seize logements d'Hochelaga (M037) vers le haut. La pondération inversement proportionnelle à l'ajustement brut, règle usuelle du chapitre 20, donne un prix par logement de 155 909 \$, l'écart-type pondéré étant de 17 152 \$ (11 %). L'indication est

$$\hat{V}_{\text{unité}} = 12 \times 155\,909\,\$ = 1\,870\,903\,\$. \tag{47.11}$$

La méthode du multiplicateur du revenu brut (MRB), plus fruste, donne un repère complémentaire : les dix comparables se vendent à une médiane de 11,94 fois leur revenu brut potentiel (quartiles 11,50 et 14,60), ce qui, appliqué au revenu contractuel du sujet, donne $11{,}94 \times 165\,540\,\$ = 1\,976\,548\,\$$. Le multiplicateur n'est pas ajusté pour les dépenses ni pour

Tableau 47.12. Grille d'ajustement des prix par logement (données synthétiques, $ par logement).

Vente	Prix/log.	Local.	Taille	État	Loyer	Prix aj.	Brut (%)	Poids
M040	209 833	−1 528	0	0	−52 858	155 448	25,9	0,072
M035	181 077	−29 127	−1 429	0	4 834	155 355	19,5	0,095
M022	166 727	0	1 327	0	−17 252	150 802	11,1	0,167
M019	183 643	−6 261	−2 888	0	−21 264	153 230	16,6	0,112
M024	235 375	−37 861	7 581	0	−33 198	171 897	33,4	0,056
M027	201 529	0	−7 829	0	−43 244	150 455	25,3	0,073
M034	168 214	0	−2 645	5 046	−13 097	157 518	12,4	0,151
M023	292 583	−28 833	0	−8 777	−81 442	173 530	40,7	0,046
M031	139 333	−4 751	3 352	−4 180	−6 699	127 056	13,6	0,137
M037	245 188	−8 360	−7 650	0	−33 636	195 542	20,3	0,092
Prix ajusté pondéré (poids $\propto 1/$ajustement brut)						155 909		1,000
Moyenne simple 159 083 ; médiane 155 401 ; min. 127 056 ; max. 195 542								

Source : [données synthétiques] `traite.comparables` (`ComparableAjuste`, `poids_inverse_brut`, `reconciliation`) ; script `ch47_dossier.py`.

l'écart au marché des loyers, et sa dispersion interquartile de 27 % en fait un indicateur de vraisemblance plutôt qu'une méthode à part entière ; il n'est pas pondéré dans la réconciliation mais y est rapporté.

L'indication par unité est inférieure de 8,2 % à la capitalisation directe et de 15,3 % aux flux actualisés. Cette hiérarchie est instructive : la comparaison par logement, ajustée sur le niveau de loyer en place, pénalise le sujet pour ses loyers bas sans lui créditer le rattrapage futur, alors que la capitalisation le crédite implicitement au niveau moyen du marché et que le DCF le crédite explicitement. Les trois indications décrivent donc un même immeuble sous trois degrés d'anticipation du rattrapage ; la réconciliation ne consiste pas à en faire la moyenne mécanique, mais à décider quel degré d'anticipation un acheteur typique paie réellement à la date d'évaluation.

47.11 Financement

47.11.1 Prêt maximal : ratio prêt-valeur ou couverture de la dette

Le prêteur fictif offre un prêt de premier rang assuré, au taux de 4,12 % fixe pour un terme de cinq ans, amorti sur quarante ans, sous deux contraintes : un **ratio prêt-valeur** (RPV, *loan-to-value*) maximal de 75 % et un **ratio de couverture de la dette** (RCD, *debt service coverage ratio*) minimal de 1,20. Les hypothèques canadiennes à taux fixe portent intérêt composé semestriellement [1], de sorte que le taux mensuel équivalent et le paiement mensuel

1. En vertu de la Loi sur l'intérêt (L.R.C. 1985, c. I-15, art. 6), qui impose d'exprimer le taux en taux annuel calculé semestriellement ou annuellement ; voir l'annexe des conventions de calcul.

constant sur $n = 480$ mois sont

$$\begin{aligned} i_m &= \left(1 + \frac{i}{2}\right)^{1/6} - 1 = 0{,}003\,404\,2, \\ PMT &= M_0 \, \frac{i_m}{1 - (1 + i_m)^{-n}}, \qquad f = \frac{12\,PMT}{M_0} = 5{,}078\,9\,\%, \end{aligned} \tag{47.12}$$

où f est la constante hypothécaire, indépendante du montant emprunté. Le prêt maximal est le plus petit des deux montants autorisés :

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \min\left(RPV_{\max} \hat{V},\ \frac{RNE_1}{RCD_{\min}\, f} \right) = \min\left(0{,}75 \times 2\,208\,566\,\$,\ \frac{89\,955{,}75\,\$}{1{,}20 \times 0{,}050\,789} \right) \\ &= \min(1\,656\,424\,\$,\ 1\,475\,959\,\$) = 1\,475\,959\,\$. \end{aligned} \tag{47.13}$$

La contrainte liante est la couverture de la dette : le prêt est plafonné à 1 475 959 $, soit un ratio prêt-valeur effectif de 66,8 % sur l'indication DCF, bien en deçà des 75 % offerts. Ce résultat est général en 2026 pour les immeubles dont le taux de capitalisation est inférieur à la constante hypothécaire : la condition $RCD \geq 1{,}20$ s'écrit $M_0/V \leq R/(1{,}20\, f)$, soit ici $0{,}044\,15/(1{,}20 \times 0{,}050\,789) = 72{,}4\,\%$ sur la valeur par capitalisation, et moins encore lorsque la valeur retenue excède la capitalisation du revenu courant. Dans la suite de cette section, le financement est présenté, comme au chapitre 31, sur la base de l'indication DCF afin de conserver des chiffres identiques d'un chapitre à l'autre ; la section 47.13 le recalcule à la valeur finale. Le tableau 47.13 résume les paramètres.

47.11.2 Levier, flux après dette et point mort

Le service annuel de la dette est de 74 963,13 $, dont 60 016 $ d'intérêts et 14 947 $ de capital la première année. Le flux après dette de la première année n'est que de 14 992,63 $, soit un rendement courant des fonds propres de 2,05 % sur une mise de fonds de 732 606 $: à ce prix, l'acheteur accepte un rendement courant inférieur à celui d'une obligation d'État et mise entièrement sur la croissance du revenu et sur la plus-value. La raison est le levier négatif sur le revenu courant : la constante hypothécaire de 5,08 % dépasse le taux de capitalisation de 4,42 %, de sorte que chaque dollar emprunté coûte, en service de la dette, plus qu'il ne rapporte en revenu net. Le chapitre 31 a démontré que le rendement courant des fonds propres s'écrit

$$R_E = \frac{RNE_1 - f M_0}{V - M_0} = R + (R - f)\frac{M_0}{V - M_0}, \tag{47.14}$$

et qu'il décroît avec l'endettement dès que $R < f$; avec $R = 4{,}07\,\%$ sur la base DCF, $f = 5{,}08\,\%$ et un rapport dette sur fonds propres de 2,01, on retrouve bien $R_E \approx 4{,}07\,\% - 1{,}01\,\% \times 2{,}01 = 2{,}05\,\%$.

Le levier n'est pourtant pas défavorable sur l'horizon complet. Le taux de rendement interne des fonds propres, calculé sur la mise de fonds initiale, les flux après dette de dix ans (qui incluent les trois années de travaux, où le flux après dette est négatif : −60 451 $ en 2027 et −58 205 $ en 2032) et le produit net de la revente diminué du solde du prêt (1 295 148 $), ressort à 11,22 %, contre 7,25 % sans dette :

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{CF_t - SD}{(1 + TRI_E)^t} + \frac{V_T^{\text{net}} - M_{120}}{(1 + TRI_E)^{10}} = V - M_0 \quad \Longrightarrow \quad TRI_E = 11{,}22\,\%. \tag{47.15}$$

Tableau 47.13. Dimensionnement du prêt et indicateurs de levier, sur la base de l'indication DCF (données synthétiques).

Élément	Montant ou ratio
Valeur de référence (indication DCF, $)	2 208 565,91
Prêt maximal selon le RPV de 75 % ($)	1 656 424,43
Prêt maximal selon le RCD de 1,20 ($)	1 475 959,45
Prêt retenu (contrainte : RCD) ($)	1 475 959,45
Taux nominal (composition semestrielle)	4,12 %
Taux mensuel équivalent	0,340 42 %
Amortissement (mois) / terme (ans)	480 / 5
Paiement mensuel ($)	6 246,93
Service de la dette annuel ($)	74 963,13
Constante hypothécaire f	5,078 9 %
Intérêts de la première année ($)	60 016
Capital remboursé la première année ($)	14 947
Solde après 60 mois (fin du terme) ($)	1 394 739,19
Solde après 120 mois ($)	1 295 148,22
Ratio de couverture de la dette, année 1	1,20
Ratio prêt-valeur effectif	66,8 %
Mise de fonds ($)	732 606,46
Flux après dette, année 1 ($)	14 992,63
Rendement courant des fonds propres (*cash-on-cash*), année 1	2,05 %
Point mort d'occupation économique, dépenses totales	92,7 %
TRI des fonds propres sur 10 ans (achat à la valeur DCF)	11,22 %
TRI sans levier (achat à la valeur DCF)	7,25 %

Source : [données synthétiques] `traite/cas3.py`, fonction `financement` ; `traite/finance.py` (`Hypotheque`, `rendement_fonds_propres_levier`, `ratio_point_mort`).

Le levier est négatif sur le revenu courant et positif sur le rendement total, parce que la croissance projetée du revenu net (6,1 % par an) et la plus-value à la revente (de 2 208 566 $ à 3 113 338 $ nets) excèdent largement le coût de la dette. C'est précisément la configuration qui rend le multirésidentiel montréalais attrayant pour des investisseurs patients, et vulnérable à toute déception sur la croissance des loyers ou sur le taux terminal : si le rattrapage ne se produit pas, le rendement courant de 2 % ne sera jamais compensé.

Le point mort d'occupation économique rapporte les décaissements fixes au revenu brut potentiel :

$$\text{PM} = \frac{DE + RR + SD}{RBP} = \frac{78\,488{,}19\,\$ + 74\,963{,}13\,\$}{165\,540\,\$} = 92{,}7\,\%. \tag{47.16}$$

L'immeuble doit encaisser 92,7 % de son revenu brut potentiel pour couvrir dépenses, réserve et service de la dette ; comme la provision pour inoccupation est de 3,9 %, la marge de sécurité n'est que de 3,4 points de revenu, soit environ cinq mois de loyer moyen perdus, avant que l'exploitation ne couvre plus la dette (hors réserve, le point mort tombe à 87,8 %). Cette marge mince est la contrepartie directe d'un prêt dimensionné exactement au seuil de 1,20.

47.11.3 Risque de taux au renouvellement du terme

Le terme de cinq ans expose l'emprunteur à un renouvellement en 2031 à un taux inconnu. Le tableau 47.14 refinance le solde de 1 394 739 $ sur l'amortissement résiduel de 420 mois à quatre taux, du taux initial à une hausse de 300 points de base, et calcule le ratio de couverture des années 6 à 10 sur les revenus nets projetés ; la figure 47.5 trace les trajectoires. Grâce à la croissance du revenu net, le ratio de couverture atteint 1,75 à l'année 6 si le taux est inchangé ; une hausse de 200 points de base le ramène à 1,36 et une hausse de 300 points de base à 1,22, toujours au-dessus du seuil contractuel de 1,20 et très au-dessus de 1,00. Le flux après dette de l'année 6 passe de 55 927 $ à 23 770 $ dans le scénario le plus défavorable. La résistance au choc de taux vient donc entièrement du rattrapage des loyers réalisé pendant le premier terme ; si ce rattrapage était plus lent, le même choc de 300 points de base ferait passer le ratio sous 1,20, ce que la simulation de la section suivante quantifie. À titre de repère, le taux admissible minimal du BSIF pour les prêts hypothécaires résidentiels non assurés est le plus élevé du taux contractuel majoré de deux points et de 5,25 % (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b) ; un prêteur prudent appliquera à un immeuble locatif un test de résistance de même nature sur le ratio de couverture, ce que fait ici le scénario à +200 points de base.

Tableau 47.14. Renouvellement du prêt à l'échéance du terme de cinq ans : service de la dette et ratios de couverture selon le taux renouvelé (données synthétiques).

Scénario	Taux (%)	Service dette ($/an)	Flux ap. dette an 6 ($)	RCD an 6	RCD an 8	RCD an 10
Taux inchangé	4,12	74 963	55 927	1,746	1,894	2,049
+100 points de base	5,12	85 177	45 713	1,537	1,667	1,803
+200 points de base	6,12	95 920	34 970	1,365	1,481	1,601
+300 points de base	7,12	107 120	23 770	1,222	1,326	1,434

Source : [données synthétiques] solde renouvelé 1 394 739 $ sur 420 mois ; revenus nets du tableau 47.11 ; script `ch47_dossier.py`.

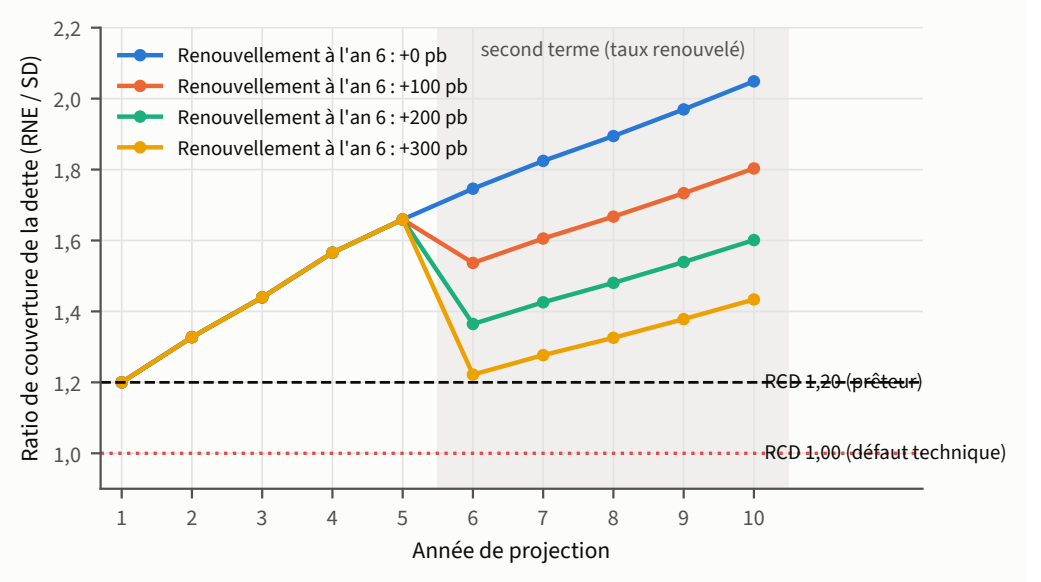


Figure 47.5. Ratio de couverture de la dette par année de projection : pendant le premier terme, le ratio part du seuil de 1,20 et monte avec le revenu net ; au renouvellement de l'année 6, une hausse de 300 points de base le ramène tout juste au-dessus de 1,20.
Source : [données synthétiques] script `ch47_dossier_figures.py`, graine 20261031.

47.11.4 Variante : prêt assuré APH Select

Le programme APH Select de la SCHL, en vigueur depuis mars 2022, module les conditions d'assurance selon un système de points accordés pour l'abordabilité, l'efficacité énergétique et l'accessibilité : à 50 points, un immeuble existant peut être financé jusqu'à 85 % de la valeur avec un amortissement de quarante ans et un ratio de couverture minimal de 1,10 ; à 70 et 100 points, le ratio prêt-valeur monte à 95 % et l'amortissement à 45 puis 50 ans (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a). Pour le volet abordabilité d'un immeuble existant, il faut par exemple que 40 % des logements aient un loyer inférieur ou égal à 30 % du revenu médian des ménages locataires de la région, engagement maintenu dix ans ; les loyers bas du sujet pourraient le qualifier, mais l'engagement d'abordabilité limiterait précisément le rattrapage qui fonde la valeur DCF. L'évaluateur ne peut donc pas valoriser le programme dans la valeur marchande ; il en mesure l'effet pour le prêteur et l'acheteur. Le tableau 47.15 applique un ratio de couverture de 1,10 et un ratio prêt-valeur de 85 % à la valeur finale de la section 47.13, au même taux de 4,12 %, pour trois amortissements. La couverture reste la contrainte liante : le prêt maximal passe de 1 475 959 $ à 1 610 138 $ sur quarante ans (RPV 78,2 %) et à 1 741 328 $ sur cinquante ans (RPV 84,5 %), la mise de fonds tombant de 584 041 $ à 318 672 $. La prime d'assurance, de 4,35 % du prêt pour un RPV entre 75 et 80 % auquel s'ajoute une surprime de 0,25 % par tranche de cinq ans d'amortissement au-delà de vingt-cinq ans (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026d), atteint 5,10 % sur quarante ans et 6,60 % sur cinquante ans, soit de 82 117 $ à 114 928 $: l'économie de fonds propres se paie d'une prime capitalisée au prêt et d'un service de la dette plus élevé (81 778 $ contre 74 963 $), qui ramène le flux après dette de la première année à quelque 8 200 $.

Tableau 47.15. Variante APH Select (50 points : RPV 85 %, RCD 1,10) sur la valeur finale de 2 060 000 $, taux 4,12 %, trois amortissements (données synthétiques).

Formule	Prêt ($)	RPV (%)	Serv. dette ($)	Mise de fonds ($)	Prime (%)	Prime ($)
Conventionnel 40 ans (RPV 75 %, RCD 1,20 ; prêt RPV 1 545 000)	1 475 959	71,6	74 963	584 041	—	—
APH Select 40 ans (prêt RPV 1 751 000)	1 610 138	78,2	81 778	449 862	5,10	82 117
APH Select 45 ans	1 682 397	81,7	81 778	377 603	6,35	106 832
APH Select 50 ans	1 741 328	84,5	81 778	318 672	6,60	114 928

Source : [données synthétiques] paramètres Société canadienne d'hypothèques et de logement (2026a) et Société canadienne d'hypothèques et de logement (2026d) ; calculs `ch47_dossier.py`, fonction `aph_select` ; admissibilité au programme non vérifiée.

47.12 Test de résistance : simulation de Monte-Carlo

47.12.1 Lois des intrants

L'analyse de sensibilité un facteur à la fois ne dit pas quelle est la probabilité que plusieurs facteurs se dégradent ensemble. La simulation de Monte-Carlo, introduite en évaluation immobilière par Pyhrr (1973) et Wofford (1978) et développée par French et Gabrielli (2005) et Hoesli et al. (2006), tire conjointement les intrants incertains du modèle de flux dans des lois déclarées, recalcule la valeur pour chaque tirage et décrit la distribution obtenue. Le chapitre 40 en a exposé la méthode ; nous l'appliquons au dossier avec 10 000 tirages et la graine `20261031`, ce qui rend chaque chiffre reproductible. Le tableau 47.16 déclare les sept lois. Les choix suivent trois principes : centrer chaque loi sur l'hypothèse de base, pour que la simulation mesure l'incertitude autour du scénario déterministe et non un autre scénario ; donner à chaque loi une dispersion justifiée par les données disponibles ; lier le taux terminal au taux d'actualisation par un écart aléatoire plutôt que de les tirer indépendamment, parce que les deux réagissent aux mêmes mouvements des marchés de capitaux. L'inoccupation suit une loi log-normale de médiane 3,9 % et d'écart-type logarithmique 0,30, ce qui place 90 % des tirages entre 2,4 % et 6,3 %, plage qui couvre les observations SCHL de 2023 à 2025 et les prévisions à 2028. La croissance des loyers de marché est normale de moyenne 3,5 % et d'écart-type un point, soit un intervalle à 90 % de 1,8 % à 5,1 %. La rotation est triangulaire entre 8 % et 25 % avec un mode à 15 % : la borne basse correspond au taux régional de la SCHL, la borne haute à un immeuble où plusieurs départs se concentrent. La croissance des dépenses est normale (3,0 %, écart-type 0,75 point), le taux d'actualisation normal (7,25 %, écart-type 50 points de base) et l'écart terminal $r - R_T$ normal (2,25 points, écart-type 40 points de base), avec un plancher de 3,5 % pour le taux terminal. Chaque dépense en capital est multipliée par un facteur log-normal de médiane 1 et d'écart-type logarithmique 0,20, indépendant d'un chantier à l'autre. La croissance des loyers contractuels (3,1 %) est maintenue fixe : c'est un paramètre réglementaire dont la variabilité d'une année à l'autre se compense sur dix ans.

Pour chaque tirage s, la projection de l'équation (47.7) est recalculée avec les intrants

Tableau 47.16. Lois déclarées des intrants de la simulation (10 000 tirages, graine 20261031) et quantiles effectivement tirés.

Intrant	Loi (paramètres)	Moyenne tirée	Quantile 5 %	Quantile 95 %
Inoccupation et pertes v	log-normale, médiane 0,039, $\sigma_{\ln} = 0{,}30$	0,040 7	0,023 9	0,063 4
Croissance loyers marché g_m	normale (0,035 ; 0,010)	0,034 7	0,017 8	0,051 1
Rotation annuelle	triangulaire (0,08 ; 0,15 ; 0,25)	0,160 3	0,104 9	0,221 1
Croissance des dépenses g_d	normale (0,030 ; 0,0075)	0,029 9	0,017 5	0,042 3
Taux d'actualisation r	normale (0,0725 ; 0,005)	0,072 6	0,064 5	0,080 7
Taux terminal $R_T = r - \delta$	δ normale (0,0225 ; 0,004), plancher 0,035	0,050 2	0,039 9	0,060 4
Facteur CAPEX (par chantier)	log-normale, médiane 1, $\sigma_{\ln} = 0{,}20$	1,02	0,72	1,39
Croissance loyers contractuels g_c	fixe, 0,031	—	—	—

Source : [données synthétiques] dictionnaire `MC_LOIS` du script `ch47_dossier.py` ; tirages par `numpy.random.default_rng(20261031)`.

tirés, et la valeur est

$$V^{(s)} = \sum_{t=1}^{10} \frac{CF_t^{(s)}}{(1+r^{(s)})^t} + \frac{RNE_{11}^{(s)}\,(1-c_v)}{R_T^{(s)}\,(1+r^{(s)})^{10}}, \qquad s = 1, \dots, 10\,000, \tag{47.17}$$

le code vectorisé reproduisant exactement, pour les intrants de base, la projection déterministe du tableau 47.11 (le test `test_ch47.py` le vérifie). Le même tirage fournit le revenu net de chaque année et donc le ratio de couverture de la dette du prêt de 1 475 959 $, ainsi que le ratio de l'année 6 après un renouvellement à +200 points de base.

47.12.2 Distribution de la valeur

La figure 47.6 et le tableau 47.17 présentent les résultats. La valeur simulée a une médiane de 2 191 608 $, très proche de la valeur déterministe de 2 208 566 $, et une moyenne de 2 233 506 $, supérieure parce que la valeur est une fonction convexe du taux terminal et du taux d'actualisation ; Hoesli et al. (2006) signalent ce biais de convexité, qui justifie de rapporter la médiane plutôt que la moyenne comme résumé central. L'écart-type est de 350 443 $, soit un coefficient de variation de 15,7 % ; l'intervalle à 90 % s'étend de 1 735 194 $ à 2 876 902 $, c'est-à-dire de −21 % à +30 % autour de la médiane. La probabilité que la valeur simulée soit inférieure à l'indication par capitalisation directe est de 30,9 %, et celle qu'elle soit inférieure à deux millions de dollars de 26,5 %. Ces résultats placent l'incertitude de la méthode des flux actualisés dans son vrai ordre de grandeur : une plage de plus ou moins 25 % n'est pas un défaut du modèle mais la mesure honnête de ce qu'un horizon de dix ans et une valeur terminale à 70 % impliquent.

Ces statistiques sont elles-mêmes des estimations, affectées d'une erreur d'échantillonnage que le chapitre 40 mesure (section 40.3.3) : avec 10 000 tirages, l'erreur type de Monte-Carlo

est d'environ 4 100 $ sur la médiane, d'environ 11 000 $ sur le quantile 95 % et d'un demi-point de pourcentage sur les probabilités de franchissement. La graine `20261031` du dossier est, par ailleurs, une réalisation défavorable : la médiane de 2 191 608 $ se situe 2,87 erreurs types sous la moyenne des médianes de 300 répétitions à graines différentes (2 203 873 $), une seule de ces 300 graines ayant donné une médiane plus basse. Conformément à la règle de reproductibilité de l'ouvrage, la graine n'est pas changée ; le lecteur retiendra que la médiane rapportée est connue à quelques milliers de dollars près et qu'un écart de cet ordre entre deux simulations n'a aucune signification.

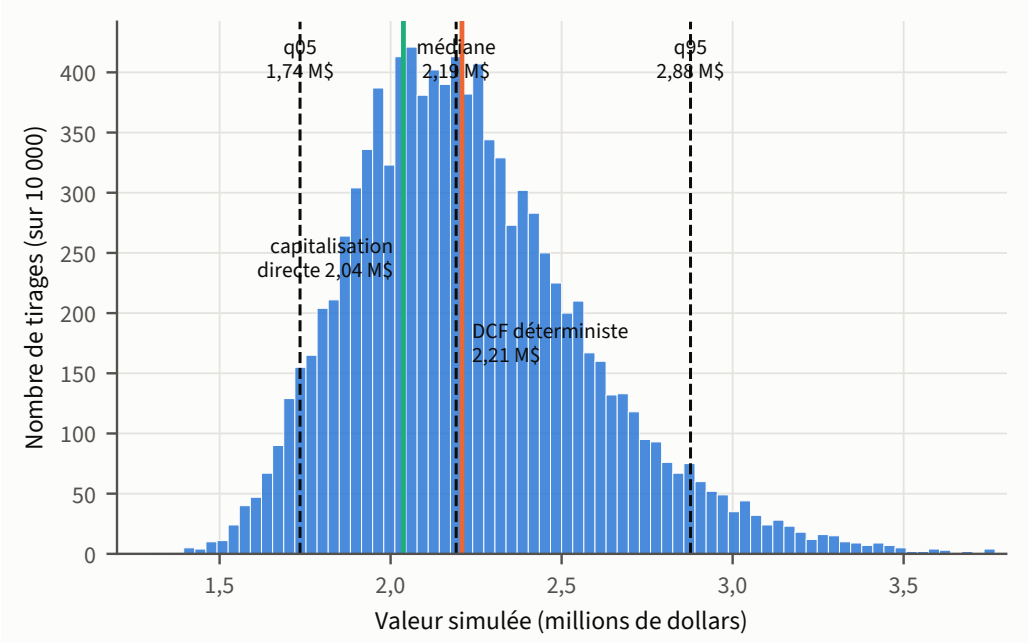


Figure 47.6. Distribution de la valeur sur 10 000 tirages : quantiles 5 %, 50 % et 95 % (traits tiretés), valeur DCF déterministe et indication par capitalisation directe. La distribution est asymétrique à droite, effet de la convexité de la valeur dans les taux.
Source : [données synthétiques] script `ch47_dossier_figures.py`, graine 20261031.

47.12.3 Tornade et hiérarchie des risques

La figure 47.7 fait varier chaque intrant, isolément, entre ses quantiles 10 et 90, les autres restant à leur valeur de base. Le taux d'actualisation domine (valeur de 1 931 796 $ à 2 568 330 $, amplitude 636 535 $), suivi de la croissance des loyers de marché (amplitude 459 632 $) et de l'écart terminal (320 404 $) ; la croissance des dépenses (185 540 $), l'inoccupation (117 049 $), le facteur CAPEX (92 066 $) et la rotation (90 738 $) viennent loin derrière. Les corrélations de rang de la simulation conjointe confirment cette hiérarchie : −0,78 pour le taux terminal, −0,71 pour le taux d'actualisation, +0,49 pour la croissance des loyers de marché. La leçon est double. D'une part, l'incertitude de la valeur est d'abord une incertitude sur les taux, c'est-à-dire sur le marché des capitaux et sur la prime de risque exigée, et non sur l'exploitation de l'immeuble : c'est ce que Sivitanidou et Sivitanides (1999) et Chervachidze et Wheaton (2013) ont établi empiriquement pour les taux de capitalisation. D'autre part, la rotation,

Tableau 47.17. Résultats de la simulation : valeur, ratios de couverture et corrélations de rang (données synthétiques).

Statistique	Valeur
Valeur : moyenne ($)	2 233 506
Valeur : écart-type ($) / coefficient de variation	350 443 / 15,7 %
Valeur : quantile 5 % ($)	1 735 194
Valeur : quantile 25 % ($)	1 984 237
Valeur : médiane ($)	2 191 608
Valeur : quantile 75 % ($)	2 432 866
Valeur : quantile 95 % ($)	2 876 902
P(valeur < indication par capitalisation, 2 037 503 $)	30,9 %
P(valeur < 2 000 000 $)	26,5 %
P(valeur < valeur au rôle, 2 200 000 $)	51,2 %
P(RCD année 1 < 1,20), prêt de 1 475 959 $	49,4 %
P(RCD année 1 < 1,00)	0 tirage sur 10 000
RCD année 1 : médiane / quantile 5 %	1,20 / 1,148
P(RCD année 6 < 1,20) après renouvellement à +200 pb	1,4 %
RCD année 6 (+200 pb) : médiane / quantile 5 %	1,344 / 1,232
Corrélation de rang avec la valeur : taux terminal	$-0{,}78$
taux d'actualisation	$-0{,}71$
croissance des loyers de marché	$+0{,}49$
croissance des dépenses	$-0{,}21$
inoccupation et pertes	$-0{,}15$
rotation annuelle	$+0{,}06$
facteur CAPEX moyen	$-0{,}04$

Source : [données synthétiques] script `ch47_dossier.py`, fonction `monte_carlo` ; 10 000 tirages, graine 20261031.

dont dépend pourtant tout le rattrapage des loyers, pèse peu sur la valeur parce que ses effets s'exercent sur les premières années, fortement actualisées, et que la croissance des loyers de marché gouverne de toute façon le revenu de l'année 11 qui fonde la valeur terminale ; l'écart entre capitalisation et DCF constaté plus haut tient moins à la rotation qu'au couple de taux retenu.

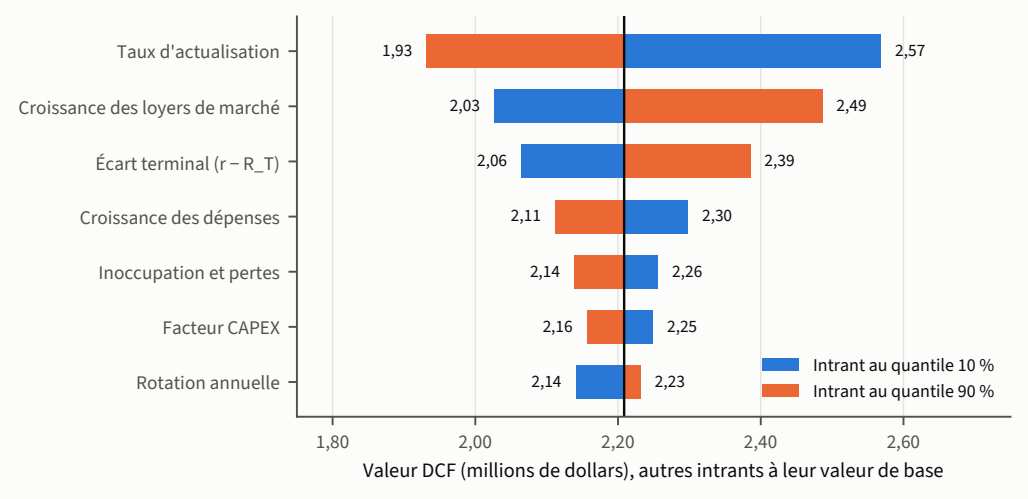


Figure 47.7. Diagramme en tornade : valeur DCF lorsque chaque intrant est porté, seul, à son quantile 10 % puis 90 %, les autres restant à la base (trait vertical, 2 208 566 $). Les taux dominent ; la rotation et les dépenses en capital sont des risques de second ordre pour la valeur.
Source : [données synthétiques] script `ch47_dossier_figures.py`, graine 20261031.

47.12.4 Probabilité de bris de covenant

La lecture du ratio de couverture renverse partiellement la hiérarchie. Le prêt ayant été dimensionné pour un ratio de 1,20 exactement à l'inoccupation de base, la probabilité que le ratio de la première année soit inférieur à 1,20 est de 49,4 %, c'est-à-dire la probabilité que l'inoccupation tirée dépasse 3,9 %, qui vaut exactement une demie puisque la loi est centrée sur cette médiane (l'écart à 50 % est l'erreur de Monte-Carlo) : le seuil contractuel est franchi une fois sur deux, pour un écart généralement minime (le quantile 5 % du ratio est 1,148). En revanche, aucun des 10 000 tirages ne fait passer le ratio sous 1,00 la première année ; il faudrait une inoccupation supérieure à 13 % pour que le revenu net ne couvre plus le service de la dette, et la médiane du ratio au cours des cinq années du terme est toujours celle de la première année puisque le revenu croît. À l'année 6, après un renouvellement à +200 points de base, le ratio médian est de 1,344 et la probabilité qu'il soit inférieur à 1,20 n'est que de 1,4 %, aucun tirage ne tombant sous 1,00. Le risque de crédit du prêteur est donc faible au sens du défaut de paiement, mais le covenant de 1,20 n'offre aucune marge : un prêteur qui souhaite une probabilité de bris inférieure à 10 % la première année devrait dimensionner le prêt sur un ratio d'environ 1,25, ce qui le ramènerait vers 1 417 000 $. Cette traduction d'une exigence probabiliste en covenant est l'apport propre de la simulation à la décision de crédit.

47.13 Réconciliation et valeur finale

47.13.1 Pondération des indications

Le dossier a produit trois indications de valeur et deux repères (tableau 47.18). La réconciliation, au sens des Normes et du chapitre 20, n'est pas une moyenne : c'est un jugement motivé sur la fiabilité relative de chaque indication compte tenu de la qualité des données, de la pertinence de la méthode pour le type de bien et pour le marché, et du droit évalué.

La capitalisation directe repose sur quarante ventes, sur un revenu net normalisé poste par poste et sur une médiane de taux stable dans le temps et cohérente avec les fourchettes publiées ; elle est la méthode que les acheteurs et les prêteurs de ce segment utilisent effectivement. Sa faiblesse est de résumer en un taux l'anticipation de rattrapage des loyers, sans que l'on sache si le comparable moyen partage le profil du sujet. Elle reçoit le poids le plus élevé, 45 %. La méthode des flux actualisés explicite la trajectoire des loyers, les dépenses en capital et la revente ; elle est la seule à intégrer les trois chantiers et le profil des baux. Sa faiblesse est la sensibilité de 70 % de sa valeur à un couple de taux terminal et d'actualisation que le marché ne révèle pas directement, et la dépendance à une hypothèse de rotation plus favorable que les données régionales ; la simulation a montré un intervalle à 90 % de plus ou moins un quart. Elle reçoit 35 %. La comparaison par unité s'appuie sur dix ventes ajustées par des coefficients estimés avec une précision modeste et sur un ajustement de loyer qui, à lui seul, atteint souvent 20 % du prix ; elle est la méthode la moins fiable ici, mais elle ancre la valeur dans les prix payés par logement et elle rappelle que le marché ne paie pas la totalité du rattrapage futur. Elle reçoit 20 %. Le multiplicateur du revenu brut n'est pas pondéré ; il situe la valeur entre 11,5 et 14,6 fois le revenu brut, soit entre 1,90 $ et 2,42 $ millions, plage qui contient les trois indications.

Tableau 47.18. Réconciliation des indications de valeur (données synthétiques).

Indication	Valeur ($)	Poids (%)	Contribution ($)
Revenu — capitalisation directe (4,415 %)	2 037 503	45	916 876
Revenu — flux actualisés 10 ans	2 208 566	35	772 998
Comparaison — prix par logement ajusté	1 870 903	20	374 181
repère : MRB médian 11,94 × RBP contractuel	1 976 548	0	0
repère : médiane de la simulation (quantiles 5–95 %)	2 191 608	0	(1 735 194 – 2 876 902)
Valeur pondérée	2 064 055	100	2 064 055
Valeur marchande finale, arrondie à 10 000 $	**2060000**		
Fourchette des indications ($)	1 870 903 – 2 208 566		
Prix par logement ($)	171 667		
Prix par m² de superficie locative ($)	2 497		
MRB sur le revenu brut contractuel / de marché	12,44 / 11,07		
Taux global implicite (RNE_1/V)	4,37 %		
Ratio valeur / valeur au rôle 2026-2028	0,936		

Source : [données synthétiques] script `ch47_dossier.py`, fonction `reconciliation` ; pondérations de l'auteur.

La valeur pondérée,

$$\hat{V} = \sum_{k} \omega_k \hat{V}_k = 0{,}45 \times 2\,037\,503\,\$ + 0{,}35 \times 2\,208\,566\,\$ + 0{,}20 \times 1\,870\,903\,\$ = 2\,064\,055\,\$, \quad (47.18)$$

est arrondie à 2 060 000 $, l'arrondi au dix mille près reflétant la précision que les données autorisent. Cette valeur correspond à 171 667 $ par logement, à 12,44 fois le revenu brut contractuel et à un taux global implicite de 4,37 % sur le revenu net normalisé, c'est-à-dire 5 points de base sous la médiane extraite : la réconciliation accorde au sujet une légère prime de croissance par rapport au comparable moyen, moindre que celle du DCF. La médiane de la simulation (2 191 608 $) est supérieure de 6,4 % à la valeur finale et celle-ci se situe au quantile 34 % de la distribution simulée : la valeur retenue est prudente par rapport au scénario de flux, délibérément, parce que deux des trois indications ne valident pas pleinement l'hypothèse de rotation.

47.13.2 Valeur, rôle et droits de mutation

La valeur finale est inférieure de 6,4 % à la valeur inscrite au rôle 2026-2028 (2 200 000 $), ce qui pourrait surprendre dans un marché où les valeurs au rôle sont réputées en retard sur le marché. Deux raisons l'expliquent et illustrent la différence de base de valeur. D'abord, le rôle évalue l'immeuble comme si le vendeur détenait tous les droits du locataire (Québec 1979b, art. 45.1), c'est-à-dire aux loyers de marché : en reprenant le calcul du dossier avec les loyers de marché, le revenu brut effectif serait de 188 141 $, le revenu net de 108 865 $ (18 909 $ de plus) et la valeur par capitalisation de 2 465 788 $; la valeur au rôle, à 89 % de ce chiffre, est alors cohérente avec un marché qui a progressé depuis le 1er juillet 2024. Ensuite, la date de référence du rôle précède de vingt-six mois la date d'évaluation ; l'écart entre les deux dates se mesure par les indices et non par comparaison directe. L'évaluateur ne doit donc ni « corriger » sa valeur pour la rapprocher du rôle, ni conclure que le rôle est erroné : les deux chiffres répondent à deux questions différentes, et l'écart de 6 % s'explique entièrement par le droit évalué. Un propriétaire qui jugerait sa valeur au rôle excessive disposerait du recours en révision du chapitre 9, mais l'argument des baux à loyer bas lui serait fermé par l'article 45.1.

Enfin, pour l'acheteur, l'acquisition au prix de 2 060 000 $ entraîne des droits sur les mutations immobilières de 41 325,50 $ selon le barème montréalais de 2026 (0,5 % sur 62 900 $, 1 % jusqu'à 315 000 $, 1,5 % jusqu'à 552 300 $, 2 % jusqu'à 1 104 700 $, 2,5 % au-delà) (Ville de Montréal 2026b). Au financement conventionnel recalculé à la valeur finale, le prêt reste limité par la couverture à 1 475 959 $ (RPV 71,6 %), la mise de fonds est de 584 041 $ et le besoin de liquidités à la signature, droits compris et avant frais de notaire et d'inspection, de 625 366 $. Le rendement courant des fonds propres passe à 2,57 % et le TRI des fonds propres sur dix ans à 13,83 % (contre 8,11 % sans levier à ce prix), le levier demeurant négatif sur le revenu courant et positif sur le rendement total.

47.14 Le rapport : extrait structuré de la conclusion

La règle 2.3 des Normes de pratique professionnelle énumère douze éléments que « tous les rapports écrits, de quelque forme qu'ils soient » doivent inclure (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; le tableau 47.19 indique, pour chacun, où le présent dossier y répond et ce que la conclusion du rapport narratif complet doit reprendre. Trois éléments appellent

une attention particulière. L'étendue du travail (élément 6) doit décrire ce qui a été fait et, surtout, ce qui ne l'a pas été : trois logements non visités, dossiers du Tribunal non consultés, taux de taxe « six logements et plus » et taxe d'arrondissement non vérifiés, admissibilité à APH Select non examinée. Les réserves et hypothèses de base (élément 7) reprennent le modèle de l'annexe E des Normes et précisent qu'aucune hypothèse extraordinaire n'a été posée ; si l'évaluateur avait supposé, par exemple, que la toiture était en bon état sans l'avoir vue, il devrait l'écrire comme hypothèse extraordinaire et la rappeler « à chaque fois qu'il indique sa conclusion de valeur ». Le traitement de l'information et le raisonnement (élément 8) constituent le cœur du rapport narratif : les sections 47.4 à 47.13 en sont la matière, et la règle veut que le lecteur puisse suivre chaque chiffre jusqu'à sa source.

Tableau 47.19. Contenu minimal du rapport (NPP, règle 2.3) et correspondance avec le dossier.

N°	Élément exigé	Réponse du dossier (rapport narratif complet : DÉCRIRE)
1	Identification physique et légale	Adresse fictive, lot, 12 logements, 1962, 3 étages, terrain 740 m^2 (section 47.2)
2	Droits évalués	Pleine propriété grevée des 12 baux (droit du locateur) ; art. 1937 C.c.Q.
3	But et fin	Opinion de valeur marchande ; décision de crédit hypothécaire du client
4	Définition de la valeur	Valeur marchande, définition des NPP (section 47.1)
5	Date	Évaluation 2026-09-01 ; inspection 2026-08-25 ; rapport 2026-10-31
6	Étendue du travail	Inspection, documents examinés, recherches, méthodes ; limites énumérées
7	Réserves et hypothèses de base	Annexe E adaptée ; aucune hypothèse extraordinaire
8	Traitement de l'information et raisonnement	Section 47.4 à 47.13 ; scripts reproductibles
9	Usage le meilleur et le plus profitable	Continuation de l'usage locatif actuel ; conversion exclue
10	Rejet d'une méthode traditionnelle	Méthode du coût écartée : dépréciation non mesurable avec fiabilité pour un immeuble de 1962 à revenu
11	Conformité à la substance de l'évaluation	Douze éléments de la règle 1.2 traités ; aucun écart aux directives
12	Attestation	Formule prescrite par la règle 2.3, signée par l'évaluateur agréé (art. 34 du Code de déontologie)

Source : structure selon Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024) ; contenu du dossier fictif.

La conclusion du rapport se lit alors ainsi, en substance. Sur la foi de l'inspection du 25 août 2026, de l'analyse de l'état locatif et des dépenses, de quarante ventes d'immeubles comparables et des conditions du marché à la date d'évaluation, et sous réserve des hypothèses et conditions limitatives énoncées, l'évaluateur est d'avis que la valeur marchande de la pleine propriété de l'immeuble, grevée des baux en vigueur, au 1er septembre 2026, est de deux millions soixante mille dollars (2 060 000 $). Cette conclusion s'appuie principalement sur la méthode du revenu par capitalisation directe, confirmée par la méthode des flux actualisés et par la comparaison par logement ; le délai d'exposition raisonnable est estimé à trois à six mois. L'attestation, dont la formule est prescrite par la règle 2.3 et commence

par « J'atteste par la présente, au mieux de ma connaissance et de ma conviction », certifie notamment que les faits rapportés sont exacts, que l'évaluateur n'a aucun intérêt présent ou futur dans l'immeuble, que ses honoraires ne dépendent pas de la valeur conclue (Québec 2000, art. 24.1) et que le travail est conforme aux Normes ; elle est signée avec la mention de la qualité d'évaluateur agréé (Québec 2000, art. 34). Pour le prêteur, le rapport ajoute, en annexe, les indicateurs de la section 47.11 et de la section 47.12 en précisant qu'ils relèvent de la consultation et non de l'opinion de valeur : la valeur marchande ne dépend pas des conditions du prêt envisagé.

Ce que le dossier doit au cadre québécois

Plusieurs résultats de ce chapitre n'auraient pas la même forme ailleurs au Canada. Le droit évalué est le droit du locateur parce que l'aliénation ne résilie pas les baux et que ceux-ci se reconduisent de plein droit (Québec 1991, art. 1936, 1937, 1941) ; la trajectoire des loyers contractuels est bornée par les critères de fixation du Tribunal administratif du logement, refondus par le décret 1455-2025 (pourcentage de base 3,1 % pour 2026) (Québec 1985c ; Tribunal administratif du logement 2026d), et la valeur locative de marché n'est pas un critère de fixation ; le rattrapage passe par la rotation, que la Loi 31 a facilitée en permettant de refuser une cession de bail (Québec 1991, art. 1978.2) et que la Loi 65 a ralentie en suspendant les évictions jusqu'au 6 juin 2027 (Québec 2024a, art. 1). La valeur au rôle est établie à une date de référence antérieure de dix-huit mois à l'entrée en vigueur du rôle, le 1er juillet du deuxième exercice précédent (Québec 1979b, art. 46) et comme si l'immeuble était libre de baux (Québec 1979b, art. 45.1), ce qui explique qu'elle dépasse ici la valeur marchande du droit du locateur. Les droits de mutation suivent un barème progressif propre à la Ville de Montréal, jusqu'à 4 % (Ville de Montréal 2026b). Enfin, le rapport doit respecter le contenu minimal de la règle 2.3 des Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ et le Code de déontologie des évaluateurs agréés (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; Québec 2000). Toutes ces dispositions ont été vérifiées dans leur version à jour au 15 octobre 2026 (lois) ou au 1er juillet 2026 (règlements) ; les pourcentages du TAL pour 2027 et le taux de taxe montréalais des immeubles de six logements et plus restaient à confirmer au 31 octobre 2026.

Erreurs fréquentes

- Capitaliser le revenu net *historique* du vendeur (taxes de l'ancien rôle, aucune gestion, réserve irrégulière) au lieu du revenu prospectif normalisé : ici, surestimation d'environ 176 000 $.
- Appliquer un taux extrait de ventes dont le revenu net excluait la réserve à un revenu net calculé après réserve, ou l'inverse : incohérence de convention de plusieurs dizaines de milliers de dollars.
- Projeter les loyers contractuels au taux de croissance du marché, comme si les baux pouvaient être portés au marché à l'échéance : la fixation par le Tribunal ne tient pas compte de la valeur locative, et seule la rotation réalise le rattrapage.
- Valoriser dans la valeur marchande une stratégie de repositionnement par évictions,

interdite jusqu'au 6 juin 2027 et coûteuse en indemnités ensuite ; ou valoriser un financement APH Select dont l'engagement d'abordabilité contredit le rattrapage projeté.
- Dimensionner le prêt par le seul ratio prêt-valeur alors que la couverture de la dette est liante dès que le taux de capitalisation est inférieur à la constante hypothécaire.
- Confondre levier négatif sur le revenu courant et levier négatif sur le rendement total ; ou l'inverse, croire que le TRI avec levier de 11 % à 14 % est acquis alors qu'il repose sur une croissance du revenu de 6 % par an.
- Rapporter la moyenne de la simulation comme valeur centrale : la convexité de la valeur dans les taux la biaise vers le haut ; rapporter la médiane et les quantiles.
- Interpréter l'écart entre la valeur marchande et la valeur au rôle comme une erreur de l'une ou de l'autre, alors qu'il reflète une différence de date et de droit évalué.

Limites et mises en garde

Le dossier est entièrement synthétique : aucune des conclusions ne décrit un immeuble réel, et les relations entre variables (décote d'ancienneté de 2 % par an, effet de l'état sur le taux, loi de rotation) sont des hypothèses pédagogiques. Plusieurs paramètres reposent sur des sources non officielles ou non vérifiées : le taux de taxe foncière générale de Montréal (0,463 1 $/100 $) provient d'un article de presse reprenant les documents budgétaires, le taux applicable aux immeubles de six logements et plus et la taxe d'arrondissement n'ont pas été vérifiés, et une normalisation par indexation du compte 2025 réduirait le revenu net de 1 006 $. Le pourcentage de base du Tribunal pour 2027 n'était pas publié ; la croissance des loyers contractuels ignore la part attribuable des taxes et des immobilisations. La rotation de 15 % excède le taux régional de 9,4 % de la SCHL. Les frais de gestion imputés (4 %) et la réserve (675 $ par logement) s'appuient sur un barème indicatif de la SCHL daté de 2015 et sur la convention de l'ouvrage, faute d'enquête récente. La régression d'extraction des ajustements, sur quarante ventes, estime l'effet de l'état et le temps avec une précision insuffisante. Les lois de la simulation sont déclarées mais non estimées sur des données ; la probabilité de bris de covenant dépend entièrement de la loi de l'inoccupation. Enfin, l'admissibilité au programme APH Select, les cellules du barème SCHL aux niveaux de 70 et 100 points et le contenu exact des formulaires de bail n'ont pas été vérifiés sur les documents primaires. Ces points sont consignés dans `verification/chapters/ch47-claims.csv`.

À retenir

- Le droit évalué d'un immeuble locatif québécois est le droit du locateur : revenu de première année aux loyers *contractuels* (165 540 $), écart au marché de 11 % résorbé seulement par la rotation.
- Revenu brut effectif 168 444 $; dépenses normalisées 78 488 $ (ratio 46,6 %, gestion imputée 4 %, réserve 675 $/logement) ; revenu net normalisé 89 956 $.
- Taux global : médiane de quarante ventes 4,415 % (Q1–Q3 : 4,15 %–4,64 %), cohérente avec CBRE ; capitalisation directe 2 037 503 $.

- DCF 10 ans (rotation 15 %, g_m 3,5 %, r 7,25 %, R_T 5,0 %, CAPEX 245 000 $) : 2 208 566 $, valeur terminale à 70 % de la valeur ; comparaison par logement 1 870 903 $.
- Financement : la couverture de la dette (1,20) limite le prêt à 1 475 959 $, RPV effectif 67 % à 72 % ; levier négatif sur le revenu courant ($f = 5{,}08\,\% > R$), positif sur le TRI ; point mort 92,7 % ; +300 pb au renouvellement laisse le RCD à 1,22.
- Monte-Carlo (10 000 tirages) : médiane 2 191 608 $, intervalle 5–95 % de 1 735 194 $ à 2 876 902 $; $\mathrm{P}(\mathrm{RCD}_1 < 1{,}20) = 49{,}4\,\%$, $\mathrm{P}(\mathrm{RCD} < 1{,}0)$ nulle ; les taux dominent la tornade.
- Valeur finale 2 060 000 $ (45/35/20), 171 667 $ par logement, taux implicite 4,37 %, 93,6 % de la valeur au rôle, laquelle suppose l'immeuble libre de baux.

Exercices

Exercice 47.1 — Vacance économique de 5 % ★

Le prêteur demande de refaire le calcul du revenu net normalisé avec une provision pour inoccupation et mauvaises créances de 5 % au lieu de 3,9 %, toutes autres hypothèses inchangées (la gestion imputée reste à 4 % du revenu brut effectif). Calculer le revenu brut effectif, les dépenses hors réserve, le revenu net, puis l'indication par capitalisation directe au taux de 4,415 %. De combien la valeur diminue-t-elle ?

Exercice 47.2 — Taxes municipales indexées plutôt que recalculées ★

Au lieu de recalculer la taxe municipale au taux général sur la valeur au rôle, normaliser le compte 2025 (10 631 $) par la hausse moyenne de 5,3 % annoncée pour Rosemont–La Petite-Patrie. Calculer l'écart de dépenses, le nouveau revenu net et l'effet sur l'indication par capitalisation directe. Expliquer pourquoi l'évaluateur doit signaler ce choix dans les limites du rapport.

Exercice 47.3 — Choix du taux de capitalisation ★★

À partir du tableau 47.9, calculer l'indication de valeur aux premier et troisième quartiles des taux extraits, au taux prédit par la régression pour un immeuble d'état 3 de douze logements et au taux moyen pondéré par le revenu net. Exprimer chaque écart par rapport à la valeur à la médiane en pourcentage et discuter la pertinence de chaque statistique pour le sujet.

Exercice 47.4 — Rotation des locataires ★★

Refaire la projection de flux actualisés avec une rotation annuelle de 10 % (un logement relocalisé par an), puis de 25 %, toutes autres hypothèses inchangées, à l'aide de `traite.cas3.projection_dcf` et `valeur_dcf`. Rapporter la valeur, le revenu net de l'année 11 et le revenu brut potentiel de l'année 10 ; comparer les écarts avec l'amplitude de la rotation dans la tornade de la figure 47.7 et expliquer pourquoi l'effet n'est pas symétrique.

Exercice 47.5 — Hausse du taux hypothécaire de 100 points de base ★★

Le prêteur offre désormais 5,12 % au lieu de 4,12 %, mêmes amortissement et covenants, sur la valeur finale de 2 060 000 $. Calculer la constante hypothécaire, le prêt maximal selon le ratio prêt-valeur et selon la couverture de la dette, la contrainte liante, le ratio prêt-valeur effectif et la mise de fonds. De combien le prêt diminue-t-il par rapport au cas de base à la valeur finale ?

Exercice 47.6 — Variante APH Select ★★★

Supposer que l'immeuble obtient 50 points au programme APH Select (ratio prêt-valeur 85 %, couverture 1,10, amortissement quarante ans, taux 4,12 %). Calculer le prêt maximal à la valeur finale, la contrainte liante, la mise de fonds, la prime d'assurance (barème de la section 47.11) et le flux après dette de la première année. Discuter ensuite, en une demi-page, la compatibilité entre l'engagement d'abordabilité requis par le programme et l'hypothèse de rattrapage des loyers de la projection : la valeur marchande du dossier est-elle encore la bonne base pour ce prêt ?

Exercice 47.7 — Simulation dans un marché détendu ★★★

Modifier la loi de l'inoccupation de la simulation pour une médiane de 6 % (écart-type logarithmique inchangé), en conservant les autres lois, 10 000 tirages et la graine `20261031`. Rapporter la médiane et l'intervalle 5–95 % de la valeur, la médiane du ratio de couverture de la première année et les probabilités que ce ratio soit inférieur à 1,20 et à 1,00 pour le prêt de 1 475 959 $. Quel ratio de couverture minimal le prêteur devrait-il exiger pour ramener la probabilité de bris sous 10 % ? Justifier la réponse par un calcul.

Pour aller plus loin

Le traité de Geltner et al. (2014) reste la référence la plus complète sur l'articulation entre capitalisation directe, flux actualisés, valeur terminale et financement ; ses chapitres sur le levier et sur le rendement des fonds propres fondent la section 47.11. Brueggeman et Fisher (2022) offrent le traitement le plus opérationnel des ratios de couverture et prêt-valeur et de leur dimensionnement conjoint ; Fisher et Martin (2007) et Appraisal Institute (2026)

présentent, du point de vue de l'évaluateur, la normalisation des revenus et des dépenses et la réconciliation des indications. Sur la simulation de Monte-Carlo appliquée à la valeur, Hoesli et al. (2006) et French et Gabrielli (2005) proposent des protocoles proches de celui de la section 47.12, et Pyhrr (1973) demeure la lecture historique indispensable. Les déterminants des taux de capitalisation et leurs cycles sont analysés par Sivitanidou et Sivitanides (1999), Chervachidze et Wheaton (2013) et Duca et Ling (2020) ; Bokhari et Geltner (2018) documentent les dépenses en capital et la dépréciation du multirésidentiel, utiles pour calibrer réserve et CAPEX. Sur les effets des régimes d'encadrement des loyers, Arnott (1995) et la recension de Kholodilin (2024) éclairent la dispersion des loyers que l'état locatif du sujet illustre ; Diamond et al. (2019) et Autor et al. (2014) fournissent des évaluations empiriques des effets d'un encadrement et de sa levée sur l'offre et sur les prix. Les textes primaires québécois à relire sont le Code civil (art. 1851 à 1978.4) (Québec 1991), le Règlement sur les critères de fixation de loyer tel que modifié par le décret 1455-2025 (Québec 1985c ; Québec 2025b), la Loi sur la fiscalité municipale (art. 42 à 46.1) (Québec 1979b) et les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024).

48

Cas 4 : portefeuille multirésidentiel interrégional

Les trois dossiers précédents évaluaient un immeuble à la fois. Le présent chapitre change d'échelle : le bien évalué est un portefeuille de quarante-huit immeubles locatifs, de six à soixante-douze logements chacun, répartis dans les six régions métropolitaines de recensement du Québec pour lesquelles l'ouvrage dispose d'indicateurs de marché complets. Le client fictif est un fonds de placement immobilier qui doit présenter la valeur de ses actifs à ses porteurs de parts et à ses prêteurs ; il ne demande pas quarante-huit rapports, mais une opinion cohérente sur l'ensemble, assortie d'une mesure de l'incertitude agrégée et d'une analyse des risques que ni la capitalisation directe ni le flux actualisé d'un immeuble isolé ne peuvent révéler : la concentration géographique, la corrélation des revenus et des taux entre régions, l'échéancier de la dette et l'exposition aux zones inondables. Le chapitre mobilise donc les outils des parties consacrées à l'économétrie et aux évaluations particulières, que les chapitres de méthode ont présentés séparément : la régression comme modèle d'évaluation de masse (chapitre 18, chapitre 33), les statistiques de ratio de l'IAAO (chapitre 9), la lecture des risques géospatiaux et environnementaux (chapitre 38, chapitre 43), les panels de revenus (chapitre 36) et la simulation de Monte-Carlo avec dépendance (chapitre 40). Il montre comment ces outils s'enchaînent dans un mandat réel et, surtout, pourquoi la valeur d'un portefeuille n'est pas une simple addition : la somme des valeurs individuelles est bien la valeur marchande de l'ensemble lorsque chaque immeuble est évalué séparément, mais le risque de cette somme est inférieur à la somme des risques, et c'est cette différence qui intéresse le prêteur et l'investisseur. Toutes les données du dossier sont synthétiques ; chaque ordre de grandeur est calibré sur des publications publiques citées au fil du texte.

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce chapitre, le lecteur sait :

- définir le mandat d'une évaluation de portefeuille (client, usage, base de valeur, unité d'évaluation, date, hypothèses) et distinguer ce qu'une évaluation de masse peut et ne peut pas remplacer dans une évaluation individuelle ;

- construire le sommaire d'un portefeuille par région : taux global pondéré, valeur par logement, ratio prêt-valeur, distribution des tailles, des âges et des états, indices de concentration ;
- relier les écarts de taux entre régions aux indicateurs publics des marchés locatifs (loyers, inoccupation, démographie, projections) et expliquer pourquoi le taux pondéré d'une région n'est ni sa médiane ni sa moyenne simple ;
- estimer un modèle d'évaluation de masse du taux global (état, taille, âge, risques, région), interpréter ses coefficients en points de base, prédire la valeur de chaque immeuble et contrôler la cohérence par les statistiques de ratio de l'IAAO ;
- estimer la croissance, la volatilité et la corrélation des revenus nets du portefeuille sur dix ans, repérer un choc commun et en déduire les paramètres de la simulation ;
- analyser la dette d'un portefeuille : service de la dette sous une hypothèse d'amortissement déclarée, ratio de couverture agrégé et individuel, échéancier, renouvellement à des taux majorés et besoin de refinancement ;
- agréger l'incertitude par une simulation de Monte-Carlo à corrélation régionale (copule gaussienne, décomposition de Cholesky), démontrer la sous-additivité de la valeur à risque dans ce cadre et en déduire une fourchette pour la valeur du portefeuille ;
- classer les immeubles selon le rendement courant, la croissance et le risque, tracer une frontière rendement-risque par région et motiver des recommandations de cession ou de conservation sans confondre valeur marchande et valeur d'investissement.

Données synthétiques — portefeuille fictif de 48 immeubles

Le portefeuille de ce chapitre et toutes les données qui l'entourent sont *synthétiques*. Le fichier `data/synthetic/cas4_portefeuille.csv` décrit 48 immeubles fictifs (identifiants P01 à P48) répartis dans six régions métropolitaines : Montréal, Québec, Gatineau (partie québécoise de la RMR d'Ottawa-Gatineau), Sherbrooke, Trois-Rivières et Saguenay. Pour chacun, il donne la position (latitude, longitude), le nombre de logements, l'année de construction, une cote d'état de 1 à 5, le loyer mensuel moyen, le revenu brut potentiel, le taux d'inoccupation du marché régional, le ratio de dépenses, le revenu net d'exploitation normalisé de 2026, deux indicateurs de risque (zone inondable, contamination du sol), le taux global retenu dans l'évaluation individuelle la plus récente, la valeur qui en résulte, la dette hypothécaire, son taux et son année d'échéance. Le fichier `cas4_portefeuille_series.csv` contient le revenu net trimestriel de chaque immeuble de 2016T1 à 2026T2 (42 trimestres, 2 016 observations). Les deux fichiers ont été générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine `20261031` selon les lois déclarées dans `data/synthetic/README.md` : loyers et inoccupation calibrés sur l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL d'octobre 2025 pour chaque RMR ; taux globaux régionaux calibrés sur les fourchettes publiées par CBRE pour le multirésidentiel de faible hauteur de catégorie B à Montréal et à Québec au troisième trimestre de 2026, et posés par hypothèse pour les quatre autres régions, faute de publication (prime de 0 à 100 points de base sur le taux de Québec) ; effets de l'état (−3 % du taux par point), de la zone inondable (+5 %) et de la contamination (+3 %) posés par

hypothèse pédagogique ; séries de revenus construites comme une tendance régionale (de 2,0 % à 4,0 % par an) à laquelle s'ajoutent une marche aléatoire propre à chaque immeuble et un choc commun de −3 % pendant la pandémie (2020T2 à 2021T2). Les effets estimés dans ce chapitre sont donc des propriétés du jeu synthétique, utiles pour apprendre la méthode, et non des mesures du marché québécois. Tous les chiffres sont recalculés par `analysis/python/cases/ch48_portefeuille.py`, qui s'appuie sur la bibliothèque partagée `traite/cas4.py` (fonctions `sommaire`, `croissance_rne`, `effets_regionaux`) utilisée aussi aux chapitre 33, chapitre 36, chapitre 38, chapitre 40 et chapitre 43, et vérifiés par `analysis/python/tests/test_ch48.py`.

48.1 Mandat et étendue de la mission

Le client fictif est un fonds de placement immobilier à capital fermé, détenu par une caisse de retraite et quelques investisseurs institutionnels, propriétaire des quarante-huit immeubles par l'intermédiaire de sociétés en commandite régionales. Il demande une opinion de la valeur marchande de chacun des immeubles et de l'ensemble à la date du 30 juin 2026, date de clôture de son exercice, à deux fins distinctes qui doivent être écrites en toutes lettres dans le mandat : le rapport financier annuel destiné aux porteurs de parts, et le renouvellement d'une facilité de crédit d'ensemble pour laquelle le prêteur exige une opinion indépendante de la valeur et une analyse de la couverture de la dette. La Norme de pratique 2 de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec exige l'identification du client, de la fin et du but du rapport, et le Code de déontologie interdit d'agir pour plus d'une partie sans divulgation écrite (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; Québec 2000) ; ici, le client est le fonds, et le prêteur est un utilisateur désigné du rapport, ce qui est permis si le rapport le précise et si l'évaluateur n'a aucun intérêt dans la facilité de crédit.

La base de valeur est la valeur marchande, telle que la définissent les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (chapitre 2, chapitre 47). Deux précisions s'imposent pour un portefeuille. La première touche la relation entre valeur marchande et base de valeur comptable : le référentiel d'information financière du fonds exige la mesure de ses immeubles de placement à la juste valeur, notion définie par les normes comptables et non par les normes d'évaluation ; les Normes internationales d'évaluation distinguent explicitement la valeur marchande, base d'évaluation, des bases définies par d'autres référentiels, et demandent que la base retenue soit celle qu'exige l'usage du rapport (International Valuation Standards Council 2025). En pratique, pour des immeubles locatifs sur un marché actif, la juste valeur et la valeur marchande coïncident dans la quasi-totalité des cas, et le rapport l'énonce comme une hypothèse de travail que les vérificateurs du fonds pourront confronter à leur propre référentiel ; l'évaluateur ne se prononce pas sur la conformité comptable, qui ne relève pas de sa compétence. La seconde précision touche l'**unité d'évaluation**. La valeur marchande de l'ensemble n'est pas nécessairement la somme des valeurs individuelles : un acheteur unique d'un portefeuille de quarante-huit immeubles peut payer une prime pour l'accès immédiat à une masse critique dans six marchés, ou exiger une décote pour l'absorber ; les IVS demandent que l'unité d'évaluation, chaque actif séparément ou l'ensemble, soit convenue dans l'étendue des travaux et rappelée à la conclusion (International Valuation Standards Council 2025). Le mandat retient l'évaluation *immeuble par immeuble*, chacun étant présumé vendu séparément sur son marché local, et la valeur du portefeuille est la

somme de ces valeurs ; toute prime ou décote de portefeuille est écartée parce qu'aucune preuve de marché ne permet de la mesurer au Québec en 2026, ce qui est dit à la section 48.9. C'est la convention qu'adoptent la plupart des fonds pour leur rapport financier et c'est celle qu'exige le prêteur, dont les sûretés portent sur chaque immeuble.

Le droit évalué est, pour chaque immeuble, la pleine propriété grevée des baux résidentiels en vigueur, c'est-à-dire le droit du locateur, puisque l'aliénation d'un immeuble locatif ne permet pas au nouveau locateur de résilier les baux (Québec 1991, art. 1937) ; le chapitre 47 a développé les conséquences de ce droit sur le revenu de première année et sur le rattrapage des loyers, et le présent chapitre les tient pour acquises : le revenu net d'exploitation normalisé de 2026 de chaque immeuble, fourni par le dossier, est un revenu prospectif aux loyers contractuels, après dépenses normalisées et réserve de remplacement, établi selon les conventions de l'annexe des conventions de calcul et du chapitre 28.

L'étendue du travail est le point où l'évaluation de portefeuille se distingue le plus de l'évaluation individuelle, et le rapport doit la décrire sans ambiguïté. L'évaluateur n'a pas inspecté quarante-huit immeubles ni analysé quarante-huit états locatifs dans le détail du chapitre 47 : il a procédé par **évaluation de masse** au sens du Standard on Mass Appraisal de l'IAAO, c'est-à-dire par un modèle appliqué uniformément à un ensemble de biens à partir de données standardisées, contrôlé par des statistiques de ratio (International Association of Assessing Officers 2025 ; International Association of Assessing Officers 2013), en s'appuyant sur les évaluations individuelles les plus récentes de chaque immeuble (réalisées dans les dix-huit mois précédents par le fonds ou ses prêteurs, dont les revenus normalisés et les taux retenus constituent le dossier), sur une inspection par échantillon de douze immeubles choisis pour couvrir chaque région et chaque classe de taille, et sur la mise à jour des indicateurs de marché à la date d'évaluation. Cette méthode est admise pour un rapport financier et pour une facilité de crédit d'ensemble, pourvu que le rapport déclare ce qui a été fait et ce qui ne l'a pas été, et que les immeubles qui s'écartent du modèle soient examinés individuellement ; elle ne remplacerait pas une évaluation individuelle pour la vente d'un immeuble donné ou pour un prêt hypothécaire de premier rang sur cet immeuble. La Norme de pratique 1 exige que l'évaluateur recueille et analyse l'information pertinente « dans la mesure nécessaire » à la crédibilité du résultat ; pour un portefeuille, cette mesure est celle qui rend l'erreur agrégée faible même si l'erreur sur un immeuble donné reste substantielle, et le rapport doit expliquer cette asymétrie au lecteur. Le tableau 48.1 résume le mandat.

48.2 Le portefeuille

48.2.1 Sommaire par région

Le tableau 48.2 et la figure 48.1 présentent le portefeuille tel que le décrivent les évaluations individuelles du dossier. Les quarante-huit immeubles totalisent 888 logements, une valeur de 143 363 000 $, un revenu net d'exploitation normalisé de 7 447 030 $ et une dette de 85 766 000 $. Trois indicateurs agrégés en résument la structure. Le taux global pondéré du portefeuille est le rapport du revenu net agrégé à la valeur agrégée,

$$\bar{R} = \frac{\sum_i RNE_i}{\sum_i V_i} = \sum_i \frac{V_i}{\sum_j V_j} R_i = \frac{7\,447\,030\,\$}{143\,363\,000\,\$} = 5{,}19\,\%, \tag{48.1}$$

c'est-à-dire la moyenne des taux individuels $R_i = RNE_i / V_i$ pondérée par les valeurs ; il diffère de la moyenne simple des quarante-huit taux (5,46 %) et de leur médiane (5,59 %)

Tableau 48.1. Fiche du mandat (dossier synthétique).

Élément	Contenu
Client et usage prévu	Fonds de placement immobilier (fictif) ; rapport financier annuel aux porteurs de parts ; renouvellement d'une facilité de crédit d'ensemble (prêteur : utilisateur désigné)
Bien	48 immeubles locatifs de 6 à 72 logements (888 logements) dans 6 RMR du Québec
Unité d'évaluation	Chaque immeuble séparément, présumé vendu sur son marché local ; valeur du portefeuille = somme ; aucune prime ni décote de portefeuille
Droit évalué	Pleine propriété grevée des baux en vigueur (droit du locateur, art. 1937 C.c.Q.)
Base de valeur	Valeur marchande, définition des NPP ; présumée égale à la juste valeur du référentiel comptable (hypothèse déclarée)
Date d'évaluation	2026-06-30 ; inspections par échantillon de 12 immeubles (mai-juin 2026) ; date du rapport 2026-10-31
Méthode	Évaluation de masse : revenu (capitalisation directe du RNE normalisé 2026 à un taux expliqué par un modèle régional) ; contrôle par ratios IAAO ; examen individuel des écarts ; analyse de la dette ; simulation de l'incertitude agrégée
Hypothèses extraordinaires	Aucune ; hypothèse de travail : les RNE normalisés et les états locatifs fournis par le fonds sont exacts
Limites à l'étendue	36 immeubles non inspectés ; états locatifs non vérifiés bail par bail ; taux de capitalisation non publiés pour quatre RMR ; amortissement des prêts non documenté (hypothèse de 480 mois)
Forme du rapport	Rapport narratif de portefeuille avec annexe par immeuble (NPP, règle 2.3)

Source : [données synthétiques] dossier fictif ; structure selon Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024), règles 1.2 et 2.3, et International Association of Assessing Officers (2025).

parce que les immeubles les plus chers, montréalais pour la plupart, portent les taux les plus bas. Le ratio prêt-valeur agrégé est $\sum_i M_i / \sum_i V_i = 59{,}8\,\%$, et la valeur par logement, $\sum_i V_i / \sum_i n_i = 161\,445\,\$$. Ces trois chiffres sont ceux que le prêteur et les porteurs de parts regardent en premier ; ils cachent une hétérogénéité régionale considérable, que le chapitre 33 a déjà relevée en replaçant le douze logements du cas 3 dans la fourchette interrégionale du cas 4.

Tableau 48.2. Sommaire du portefeuille par région métropolitaine (données synthétiques, valeurs au 30 juin 2026).

RMR	Imm.	Log.	Valeur ($)	RNE ($)	$\bar{R}$ (%)	R méd. (%)	RPV (%)	$/log.	RNE/log. ($)	Part (%)
Montréal	17	316	65 171 000	2 929 282	4,49	4,60	60,2	206 237	9 270	45,5
Québec	6	200	25 091 000	1 447 345	5,77	5,67	58,3	125 455	7 237	17,5
Gatineau	8	110	20 259 000	1 101 258	5,44	5,71	61,4	184 173	10 011	14,1
Sherbrooke	7	132	18 132 000	1 040 704	5,74	5,71	56,1	137 364	7 884	12,6
Trois-Rivières	6	98	11 447 000	719 817	6,29	6,30	61,8	116 806	7 345	8,0
Saguenay	4	32	3 263 000	208 624	6,39	6,46	67,2	101 969	6 520	2,3
Portefeuille	48	888	143 363 000	7 447 030	5,19	5,59	59,8	161 445	8 386	100,0

Source : [données synthétiques] `cas4_portefeuille.csv` ; `traite/cas4.py`, fonction `sommaire` ; script `ch48_portefeuille.py`. $\bar{R}$ = RNE agrégé / valeur agrégée (équation (48.1)) ; RPV = dette / valeur ; part = part de la valeur du portefeuille. Étendue des taux : Montréal 4,00–5,48 ; Québec 5,50–6,14 ; Gatineau 5,10–6,10 ; Sherbrooke 5,34–6,01 ; Trois-Rivières 6,05–7,00 ; Saguenay 5,66–7,17 %.

Montréal, avec dix-sept immeubles et 316 logements, représente 45,5 % de la valeur mais seulement 39,3 % du revenu net : son taux pondéré de 4,49 % est le plus bas des six régions, dans la fourchette de 4,25 % à 4,75 % publiée par CBRE pour le multirésidentiel de faible hauteur de catégorie B au troisième trimestre de 2026 (CBRE Canada 2026), et sa valeur par logement, 206 237 $, est la plus élevée. Québec, Gatineau et Sherbrooke forment un deuxième groupe, avec des taux pondérés de 5,44 % à 5,77 %, cohérents avec la fourchette de 5,00 % à 6,00 % que CBRE publie pour la ville de Québec ; leurs valeurs par logement diffèrent pourtant du simple au double entre Québec (125 455 $) et Gatineau (184 173 $), parce que les immeubles gatinois du portefeuille sont petits, bien loués (1 412 $ par mois en moyenne, le loyer le plus élevé des six régions, comme l'est le loyer moyen de deux chambres de la SCHL pour la RMR de Gatineau, 1 460 $ en octobre 2025 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a)) et dégagent 10 011 $ de revenu net par logement, contre 7 237 $ à Québec, où le portefeuille détient de grands immeubles anciens et moins bien loués. Trois-Rivières et Saguenay, pour lesquels aucun taux n'est publié, portent des taux pondérés de 6,29 % et 6,39 % posés par hypothèse dans le jeu synthétique, et des valeurs par logement de 116 806 $ et 101 969 $. Le ratio prêt-valeur varie de 56,1 % (Sherbrooke) à 67,2 % (Saguenay) ; cette dispersion, modeste, deviendra importante à la section 48.6 lorsque la couverture de la dette sera examinée immeuble par immeuble.

La figure 48.2 met en regard la valeur par logement et la distribution des taux de chaque région. Deux lectures en ressortent. D'abord, la hiérarchie des taux pondérés suit celle des régions plutôt que celle des immeubles : à l'intérieur de chaque région, l'étendue des taux (de 1,5 point à Montréal à 0,7 point à Sherbrooke) est du même ordre que l'écart entre les régions voisines, mais l'écart entre Montréal et Trois-Rivières, 180 points de base, excède toute dispersion intrarégionale ; le chapitre 33 avait quantifié ce fait en montrant que l'effet

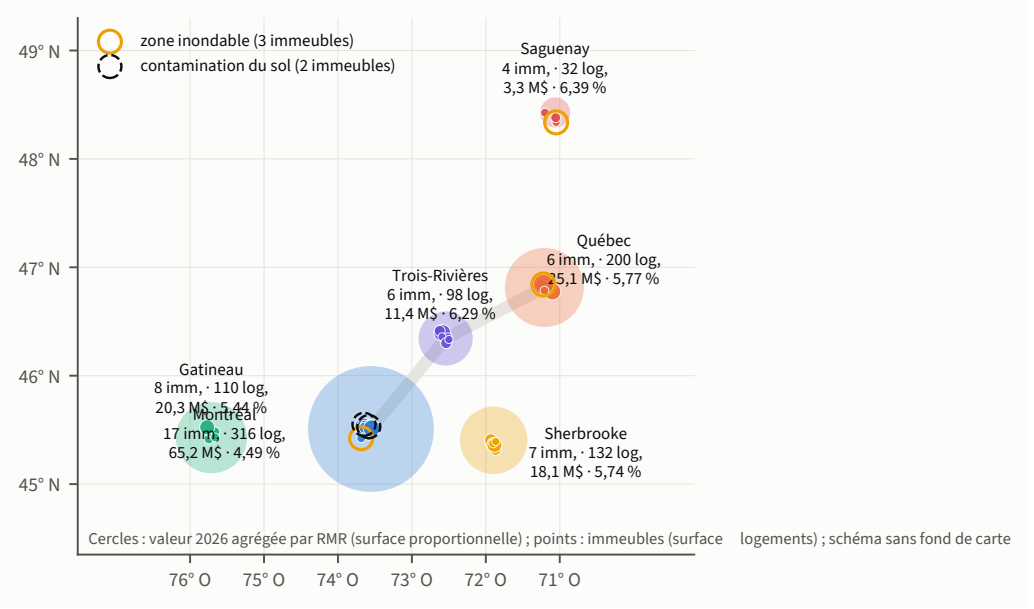


FIGURE 48.1. Carte schématique des six régions métropolitaines du portefeuille : la surface des cercles est proportionnelle à la valeur agrégée des immeubles de la région, les points situent chaque immeuble (surface proportionnelle au nombre de logements), les anneaux signalent les trois immeubles en zone inondable et les deux immeubles dont le sol est contaminé. Montréal concentre 45,5 % de la valeur ; Saguenay, 2,3 %.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `analysis/python/figures/ch48_portefeuille_figures.py`, graine 20261031 ; coordonnées des centres : Base de données toponymiques du Canada (RNCan), comme à la figure 4.2.

de région est six fois l'effet de taille. Ensuite, le taux pondéré d'une région peut s'écarter sensiblement de sa médiane : à Gatineau, la médiane des huit immeubles est 5,71 % alors que le taux pondéré est 5,44 %, parce que l'immeuble P45, de trente-six logements et d'une valeur de 7 186 000 $, soit 35 % de la valeur gatinoise, porte un taux de 5,10 % ; un lecteur qui comparerait des médianes régionales sans tenir compte des poids commettrait, à l'échelle du portefeuille, l'erreur que la équation (48.1) évite.

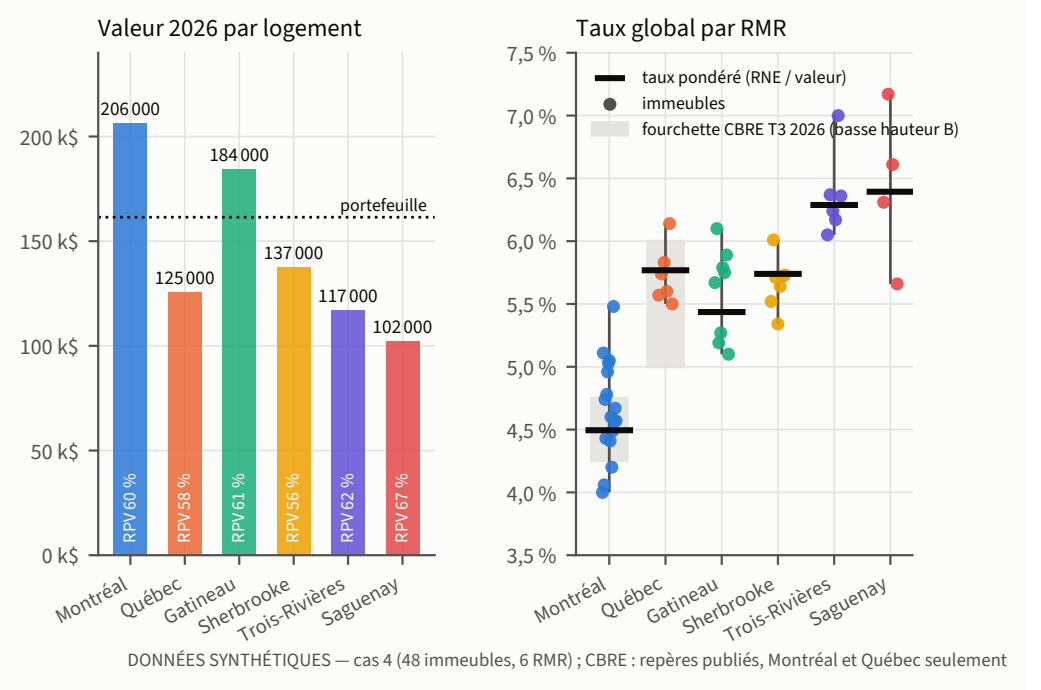


Figure 48.2. Valeur 2026 par logement (gauche ; barres = valeur agrégée sur logements de la région, ratio prêt-valeur inscrit à la base, trait pointillé = portefeuille) et taux global par région (droite ; points = immeubles, trait vertical = étendue, barre horizontale = taux pondéré, rectangles gris = fourchettes CBRE du troisième trimestre 2026 pour la faible hauteur de catégorie B à Montréal et à Québec). Les régions se distinguent par leur taux autant que par leur niveau de loyer.

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille_figures.py`, graine 20261031 ; fourchettes : CBRE Canada (2026), consulté le 31 octobre 2026.

48.2.2 Tailles, âges, états et concentration

Le tableau 48.3 décrit la composition du portefeuille selon trois dimensions qui, au chapitre 33, se sont révélées déterminantes pour le taux : la taille, l'âge et l'état. Le portefeuille est dominé en nombre par les petits immeubles (vingt immeubles de six ou huit logements, soit 42 % des immeubles mais 14,5 % de la valeur) et en valeur par les grands (six immeubles de quarante-huit logements et un de soixante-douze, soit 38,7 % de la valeur). Les taux médians par classe de taille ne décroissent pas régulièrement avec le nombre de logements, de 5,74 % pour six logements à 5,07 % pour quarante-huit, puis 6,14 % pour l'unique immeuble de soixante-douze logements : c'est l'effet de confusion entre la taille et la région que le chapitre 33 a analysé, les grands immeubles du portefeuille étant surtout situés hors de

Montréal et le soixante-douze logements, à Québec, étant en zone inondable ; seule la régression de la section 48.4 restitue l'effet propre de la taille. L'âge moyen est de cinquante-cinq ans ; quatorze immeubles ont soixante-cinq ans ou plus, et deux seulement ont moins de trente ans (P42, construit en 2018 à Montréal, et P23, construit en 2000 à Sherbrooke). L'état est moyen (cote 3) pour vingt-six immeubles ; douze sont cotés 1 ou 2 et dix sont cotés 4 ou 5 ; les deux immeubles cotés 5 se vendent au taux médian le plus bas (4,85 %), mais ils sont tous deux récents ou montréalais, et l'effet de l'état ne se lit, là encore, qu'à caractéristiques égales.

Tableau 48.3. Distribution du portefeuille selon la taille, l'âge et l'état (données synthétiques).

Classe	Imm.	Log.	Valeur ($)	Part (%)	R méd. (%)	Remarque
Taille (logements)						
6	12	72	9 979 000	7,0	5,74	5 RMR représentées
8	8	64	10 821 000	7,5	5,69	
12	7	84	14 809 000	10,3	5,19	
16	8	128	22 356 000	15,6	5,39	
24	3	72	13 205 000	9,2	5,05	Montréal (2), Sherbrooke
36	3	108	16 764 000	11,7	5,64	Gatineau, Sherbrooke (2)
48	6	288	48 200 000	33,6	5,07	Montréal (3), Québec (2), Trois-Rivières
72	1	72	7 229 000	5,0	6,14	Québec, zone inondable (P36)
Âge au 30 juin 2026						
Moins de 30 ans	2	72	13 511 000	9,4	5,14	état moyen 4,0
30 à 49 ans	15	280	45 045 000	31,4	5,67	état moyen 2,9
50 à 64 ans	17	344	49 364 000	34,4	5,74	état moyen 2,8
65 ans et plus	14	192	35 443 000	24,7	5,10	état moyen 3,0 ; 7 à Montréal
État (cote de 1 à 5)						
1	3	38	6 571 000	4,6	5,48	loyer moyen 1 404 $
2	9	182	32 251 000	22,5	5,57	loyer moyen 1 190 $
3	26	550	82 454 000	57,5	5,65	loyer moyen 1 185 $
4	8	78	13 385 000	9,3	5,42	loyer moyen 1 191 $
5	2	40	8 702 000	6,1	4,85	loyer moyen 1 447 $

Source : [données synthétiques] `cas4_portefeuille.csv` ; script `ch48_portefeuille.py`, fonction `sommaire_etendu`. Les logements par classe d'âge et d'état sont calculés par le script ; les taux médians bruts sont confondus avec l'effet de région (voir section 48.4).

La concentration du portefeuille se mesure par l'**indice de Herfindahl-Hirschman** des parts de valeur,

$$H = \sum_{k} w_k^2, \qquad w_k = \frac{V_k}{\sum_j V_j}, \qquad n_{\text{éq}} = \frac{1}{H}, \tag{48.2}$$

dont l'inverse $n_{\text{éq}}$ est le nombre d'unités de même poids qui produiraient la même concentration. Par région, $H = 0{,}280$ et $n_{\text{éq}} = 3{,}6$: six régions nominales, mais l'équivalent de trois ou quatre régions de poids égal, à cause de la part montréalaise. Par immeuble, $H = 0{,}036\,4$ et $n_{\text{éq}} = 27{,}5$: quarante-huit immeubles nominaux, mais l'équivalent de vingt-sept ou vingt-huit

immeubles de même valeur, les cinq plus grands (P26, P42, P09, P36 et P45) totalisant 30,8 % de la valeur. Ces indices n'ont pas de seuil normatif en évaluation ; ils servent à la section 48.7 pour expliquer pourquoi la diversification réduit le risque moins que le nombre d'immeubles ne le laisserait croire, et à la section 48.8 pour motiver les recommandations.

48.3 Les marchés régionaux à la date d'évaluation

L'analyse de marché d'un portefeuille interrégional ne peut se contenter de décrire six marchés l'un après l'autre ; elle doit expliquer les *écarts* entre eux, parce que ce sont ces écarts, traduits en taux de capitalisation, qui font la valeur relative des immeubles. Le tableau 48.4 rassemble, pour chaque région, les indicateurs publics retenus : la population et sa croissance, les projections démographiques, le loyer moyen et l'inoccupation de l'Enquête sur les logements locatifs de la SCHL, la variation des loyers, le prix médian des plex et, lorsqu'ils existent, les taux de capitalisation publiés. Toutes ces données sont réelles et citées avec leur source ; le chapitre 4 les a présentées dans leur contexte, et nous n'en retenons ici que ce qui éclaire le portefeuille.

Tableau 48.4. Indicateurs des six marchés régionaux à la date d'évaluation (sources publiques, consultées le 31 octobre 2026 ; aucune donnée synthétique).

RMR	Population 2025	Proj. 2025–2051	Loyer 2 ch. ($)	Inocc. 2025 (2024)	Var. loyers	Plex T3 2026 ($)	Taux CBRE (LR B)
Montréal	4 597 837	−3 %	1 346	2,9 % (2,1)	+7,4 %	860 500	4,25–4,75 %
Québec	903 607	+16 %	1 277	2,4 % (0,9)	+6,4 %	600 000	5,00–6,00 %
Gatineau (partie QC)	374 226	n. d.	1 460	3,8 % (1,9)	+4,5 %	617 500	non publié
Sherbrooke	243 911	n. d.	1 062	2,7 % (1,4)	+9,8 %	544 500	non publié
Trois-Rivières	174 316	n. d.	1 016	2,7 % (0,9)	+7,3 %	420 000	non publié
Saguenay	170 192	−6 %	985	1,3 % (1,6)	+12,5 %	373 500	non publié

Source : population au 1er juillet 2025 : Statistique Canada (2026a), tableau 17-10-0148-01 ; projections (scénario de référence, RMR) : Institut de la statistique du Québec (2026b), communiqué du 9 juillet 2026, qui ne publie pas de chiffre pour les trois RMR marquées « n. d. » ; loyer moyen des logements de deux chambres, taux d'inoccupation (tous logements, immeubles d'initiative privée de trois logements et plus) et variation des loyers « tous logements » : Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025a) et Société canadienne d'hypothèques et de logement (2025b), octobre 2025 ; prix médian des plex (2 à 5 logements) : Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026e), troisième trimestre 2026 ; taux de capitalisation du multirésidentiel de faible hauteur de catégorie B : CBRE Canada (2026).

La lecture des écarts de taux commence par les loyers et l'inoccupation. Le niveau des loyers va du simple au moins qu'au double, de 985 $ pour un deux-chambres à Saguenay à 1 460 $ à Gatineau et 1 346 $ à Montréal ; il détermine le revenu par logement, non le taux. L'inoccupation, remontée partout en 2025 après les creux historiques de 2023 et 2024, reste basse : 2,9 % à Montréal, 2,4 % à Québec, 3,8 % à Gatineau, 2,7 % à Sherbrooke et à Trois-Rivières, 1,3 % à Saguenay (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a). Ces taux sont ceux que le dossier synthétique applique au revenu de chaque immeuble (colonne `taux_inoccupation_marche`) ; ils expliquent peu les écarts de taux de capitalisation, puisque la région la plus tendue, Saguenay, porte le taux le plus élevé. La croissance des loyers à échantillon constant a été forte partout en 2025, de 4,5 % à Gatineau à 12,5 % à Saguenay ; une croissance passée élevée dans une petite région n'est pas un signal de croissance future élevée, et la section 48.5 montrera que la croissance des revenus nets du portefeuille, sur dix ans, est au contraire la plus faible à Saguenay.

La démographie fournit la clé des écarts. Les six régions regroupent 71,4 % de la population québécoise, et Montréal seule la moitié (Statistique Canada 2026a ; Institut de la statistique du Québec 2026a). Les projections de l'Institut de la statistique du Québec publiées le 9 juillet 2026 prévoient, dans leur scénario de référence, une population provinciale en léger recul puis stable, avec des trajectoires régionales divergentes à l'horizon 2051 : −3 % pour la RMR de Montréal, +16 % pour celle de Québec et −6 % pour Saguenay (Institut de la statistique du Québec 2026b). Pour un investisseur qui détient des immeubles pendant dix ans ou plus, ces projections sont l'information la plus pertinente sur la demande structurelle de logements locatifs : elles disent dans quelles régions la vacance frictionnelle est susceptible de rester basse et le rattrapage des loyers de se poursuivre, et dans lesquelles l'immeuble vieillissant devra lutter pour conserver ses locataires. Elles n'expliquent toutefois pas à elles seules la hiérarchie des taux : Québec, dont la croissance projetée est la plus forte, se négocie à un taux supérieur de 130 points de base à celui de Montréal. La différence tient à la **liquidité** et à la **profondeur** du marché des immeubles : le marché montréalais du multirésidentiel attire des acheteurs institutionnels nationaux et internationaux, avec un volume d'investissement de 2,9 milliards de dollars au premier semestre de 2026 selon Altus (cité au chapitre 47), alors que les marchés des villes moyennes sont le fait d'investisseurs privés régionaux, moins nombreux, dont le coût du capital est plus élevé et la tolérance à l'illiquidité moindre. La littérature sur les déterminants des taux de capitalisation attribue ces écarts durables entre marchés à la prime de liquidité et à la prime de risque locales davantage qu'aux fondamentaux courants (Sivitanidou et Sivitanides 1999 ; Sivitanides et al. 2003), et les cycles communs aux conditions des marchés de capitaux (Chervachidze et Wheaton 2013 ; Duca et Ling 2020). Pour le portefeuille, l'implication est double : les écarts de taux entre régions sont persistants, ce qui justifie de les modéliser par des effets fixes régionaux à la section 48.4 ; et leur composante commune, liée aux taux d'intérêt, fera l'objet d'un facteur national dans la simulation de la section 48.7.

Le marché des capitaux, enfin, est commun aux six régions. À la date d'évaluation, le taux directeur de la Banque du Canada est de 2,25 %, niveau maintenu depuis le 29 octobre 2025 ; il sera relevé à 2,50 % le 28 octobre 2026, après la date d'évaluation mais avant la date du rapport, ce que le rapport mentionne comme un fait postérieur sans en tenir compte dans la valeur (Banque du Canada 2026a). Le rendement des obligations du gouvernement du Canada à dix ans est de 3,84 % au 29 octobre 2026 (Banque du Canada 2026c), et les taux effectifs des prêts hypothécaires assurés à taux fixe de cinq ans et plus avancés par les banques étaient de 4,12 % en août 2026 (Banque du Canada 2026b). La dette du portefeuille porte un taux moyen pondéré de 4,52 %, légèrement supérieur, parce qu'elle a été contractée à des dates diverses entre 2022 et 2026 ; l'écart entre le taux pondéré de capitalisation du portefeuille (5,19 %) et l'obligation à dix ans (135 points de base) est inférieur à l'écart national de 256 points de base que CBRE relève pour l'ensemble des catégories d'immeubles, signe de la compression persistante des taux résidentiels (CBRE Canada 2026).

48.4 Modèle d'évaluation de masse

48.4.1 Spécification et estimation

Le dossier fournit, pour chaque immeuble, un revenu net normalisé et un taux global retenu lors de son évaluation individuelle. La question que pose l'évaluation de portefeuille

est celle de la *cohérence* de ces quarante-huit taux entre eux et avec le marché à la date d'évaluation : des taux choisis par des évaluateurs différents, à des dates différentes, pour des prêteurs différents, ne forment pas nécessairement un ensemble cohérent, et le rapport financier exige qu'ils le soient. L'outil est un modèle d'évaluation de masse du taux global, c'est-à-dire une régression qui explique le logarithme du taux de chaque immeuble par ses caractéristiques observables et par sa région, puis sert de référence pour repérer les immeubles dont le taux s'écarte de ce que leurs caractéristiques prédisent. C'est la régression que le chapitre 33 a introduite (équation (33.9)) et que la fonction `effets_regionaux` du module `traite.cas4` estime ; nous en reprenons exactement les coefficients, de sorte que les chiffres des deux chapitres coïncident :

$$\ln R_i = \beta_0 + \beta_e\,(e_i - 3) + \beta_n \ln \frac{n_i}{12} + \beta_z z_i + \beta_s s_i + \beta_a \frac{a_i - 50}{10} + \sum_{r \neq \text{Mtl}} \gamma_r \,\mathbb{1}[\text{RMR}_i = r] + \varepsilon_i, \quad (48.3)$$

où e_i est la cote d'état, n_i le nombre de logements, z_i et s_i les indicatrices de zone inondable et de contamination du sol, a_i l'âge, et γ_r l'effet de la région r par rapport à Montréal. Le centrage des régresseurs (état 3, douze logements, cinquante ans) donne à la constante un sens direct : e^{β_0} est le taux prédit d'un immeuble montréalais de douze logements, d'état moyen, de cinquante ans, sans risque. La forme semi-logarithmique rend les effets multiplicatifs : l'effet d'une indicatrice sur le taux, en proportion, est

$$\frac{\Delta R}{R} = e^{\hat{\beta}} - 1, \quad (48.4)$$

avec, pour les indicatrices, la mise en garde de Halvorsen et Palmquist (1980) sur l'interprétation directe des coefficients. L'estimation par moindres carrés ordinaires, avec erreurs-types robustes à l'hétéroscédasticité (White 1980), est présentée au tableau 48.5. Le modèle explique 88,3 % de la variance du logarithme du taux (R^2 ajusté 85,2 %) avec un écart-type résiduel de 0,053 7, soit environ 5,4 % du taux ou 28 points de base au taux pondéré du portefeuille ; c'est la dispersion que le jeu synthétique a introduite par construction (loi log-normale d'écart-type 0,06), et elle servira de paramètre à la simulation de la section 48.7.

48.4.2 Interprétation en points de base

Les coefficients se lisent comme des primes ou des décotes de taux. L'effet de la région domine : à caractéristiques égales, un immeuble de Québec se négocie à un taux supérieur de 26,8 % à celui de son équivalent montréalais, soit 140 points de base au taux pondéré du portefeuille ; Gatineau porte une prime de 19,6 % (102 points de base), Sherbrooke de 25,3 % (131), Trois-Rivières de 40,2 % (209) et Saguenay de 32,9 % (171). Ces primes sont estimées avec précision malgré la petite taille des sous-échantillons (de quatre à huit immeubles par région hors Montréal), parce que la dispersion intrarégionale est faible dans le jeu synthétique ; sur des données réelles, les intervalles de confiance seraient nettement plus larges, et l'exercice 33.6 du chapitre 33 en a tiré les conséquences pour l'évaluateur isolé. L'effet de l'état est de −4,0 % par point de cote, soit 21 points de base : un immeuble coté 5 se négocie à un taux inférieur d'environ 80 points de base à celui d'un immeuble coté 1, toutes choses égales. L'effet de la taille est modeste, −3,1 % du taux par doublement du nombre de logements, soit 16 points de base ; le tableau 33.2 le comparait à la pente linéaire du cas 3. L'âge n'a pas d'effet distinguable de zéro une fois l'état contrôlé, ce qui est attendu : c'est

Tableau 48.5. Modèle d'évaluation de masse du taux global : coefficients, erreurs-types HC1, effets en proportion du taux et en points de base au taux pondéré du portefeuille (données synthétiques, $n = 48$).

Variable	$\hat{\beta}$	é.-t. HC1	t	Effet (% du taux)	Effet (pb à 5,20 %)	IC à 95 % de l'effet (%)
Constante (Montréal, état 3, 12 log., 50 ans)	−3,078 3	0,017 6	−174,6	$e^{\hat{\beta}_0} = 4{,}60$ %	—	4,54 à 4,67 % (taux)
État (par point, 1 à 5)	−0,040 5	0,010 5	−3,9	−4,0	−20,6	−5,9 à −2,0
ln(logements / 12)	−0,031 5	0,012 2	−2,6	−3,1	−16,1	−5,4 à −0,8
Zone inondable	0,075 6	0,034 7	2,2	7,9	40,9	0,8 à 15,4
Contamination du sol	0,053 6	0,028 8	1,9	5,5	28,6	−0,3 à 11,6
Âge (par décennie)	−0,007 0	0,006 1	−1,1	−0,7	−3,6	−1,9 à 0,5
RMR de Québec	0,237 7	0,020 7	11,5	26,8	139,5	21,8 à 32,1
RMR de Gatineau	0,179 2	0,024 1	7,4	19,6	102,0	14,1 à 25,4
RMR de Sherbrooke	0,225 1	0,027 3	8,2	25,3	131,3	18,7 à 32,1
RMR de Trois-Rivières	0,337 7	0,030 3	11,1	40,2	208,9	32,1 à 48,8
RMR de Saguenay	0,284 3	0,036 5	7,8	32,9	171,0	23,7 à 42,7

$R^2 = 0{,}883$; R^2 ajusté $= 0{,}852$; $\hat{\sigma}_\varepsilon = 0{,}053\,7$; facteur de Duan $= 1{,}001\,1$; $n = 48$; $k = 11$.

Source : [données synthétiques] `traite/cas4.py`, fonction `effets_regionaux` (identique au chapitre 33) ; `traite/hedonique.py`, fonction `mco` ; script `ch48_portefeuille.py`, fonction `regression_masse`. Effet en % $= 100\,(e^{\hat{\beta}} - 1)$; en points de base = effet × 5,20 % ; IC $= e^{\hat{\beta} \pm 1{,}96\,s} - 1$.

l'état, non l'âge, qui porte le risque physique, et la loi de génération du jeu ne comportait d'ailleurs pas d'effet d'âge propre.

Les deux indicateurs de risque méritent un commentaire particulier, que la section 48.6 développera. La zone inondable majore le taux de 7,9 %, soit 41 points de base au taux moyen (intervalle de confiance à 95 % de 0,8 % à 15,4 %) ; la contamination du sol le majore de 5,5 %, soit 29 points de base, avec un intervalle qui inclut zéro (−0,3 % à 11,6 %). Ces estimations reposent sur trois et deux immeubles respectivement, ce qui les rend fragiles ; elles retrouvent, à l'erreur d'échantillonnage près, les majorations de 5 % et 3 % introduites dans la loi de génération, et le lecteur ne doit en aucun cas les lire comme des mesures du marché québécois. Le chapitre 43 discute ce que la littérature empirique a mesuré sur des marchés réels, et nous y renvoyons.

48.4.3 Prédiction, valeur de chaque immeuble et contrôle par ratios

Le taux prédit de chaque immeuble est $\hat{R}_i = \exp(\mathbf{x}_i^\top \hat{\beta}) \times \hat{\delta}$, où $\hat{\delta} = n^{-1} \sum_i e^{\hat{\varepsilon}_i} = 1{,}001\,1$ est le facteur de retransformation de Duan (1983), négligeable ici parce que la dispersion résiduelle est faible, mais appliqué par convention de l'ouvrage (équation (33.11)). La valeur prédite est la capitalisation du revenu net normalisé à ce taux,

$$\hat{V}_i = \frac{RNE_i}{\hat{R}_i}, \qquad \text{ratio}_i = \frac{\hat{V}_i}{V_i} = \frac{R_i}{\hat{R}_i}, \tag{48.5}$$

et le ratio de la valeur prédite à l'indication individuelle n'est autre que le rapport du taux retenu au taux prédit : un ratio supérieur à 1 signale un immeuble dont l'évaluation individuelle a retenu un taux plus élevé que le modèle, donc une valeur plus basse, et inversement. Le tableau 48.6 présente les quarante-huit immeubles avec leurs caractéristiques, leur taux retenu, leur taux prédit, les deux valeurs et le ratio ; c'est l'annexe par immeuble

que le rapport de portefeuille doit contenir. La figure 48.3 met en regard les taux retenus et les taux prédits par région et montre la distribution des résidus.

Tableau 48.6. Annexe par immeuble : caractéristiques, taux retenu et taux prédit, indication individuelle et valeur prédite, ratio, ratio prêt-valeur et échéance de la dette (données synthétiques).

Imm.	RMR	Log.	Âge	État	Risque	RNE ($)	R (%)	$\hat{R}$ (%)	Indication ($)	Prédite ($)	Ratio	RPV (%)	Éch.
P01	Québec	48	64	2	—	397 912	5,57	5,77	7 149 000	6 896 004	0,965	57,5	2031
P02	Gatineau	12	40	3	—	132 799	5,67	5,55	2 344 000	2 392 070	1,021	48,1	2028
P03	Gatineau	8	61	1	—	97 335	6,10	6,01	1 595 000	1 619 942	1,016	57,4	2029
P04	Montréal	16	79	5	—	184 141	4,00	4,13	4 606 000	4 460 561	0,968	69,9	2031
P05	Sherbrooke	16	74	3	—	117 786	5,52	5,63	2 133 000	2 093 653	0,982	57,0	2029
P06	Montréal	6	75	2	—	56 826	5,11	4,82	1 113 000	1 178 801	1,059	66,8	2028
P07	Québec	8	50	4	—	68 564	5,74	5,69	1 195 000	1 205 824	1,009	49,4	2028
P08	Trois-Rivières	48	56	3	—	343 359	6,05	6,16	5 678 000	5 575 647	0,982	56,9	2031
P09	Montréal	48	30	3	—	379 660	4,06	4,47	9 351 000	8 486 743	0,908	69,8	2028
P10	Gatineau	12	65	3	—	97 041	5,19	5,46	1 871 000	1 778 623	0,951	44,8	2029
P11	Montréal	12	47	3	—	123 398	4,74	4,62	2 606 000	2 671 814	1,025	27,4	2029
P12	Saguenay	6	55	3	—	45 689	6,31	6,24	724 000	732 435	1,012	51,1	2031
P13	Trois-Rivières	16	39	3	—	126 572	6,37	6,45	1 987 000	1 962 041	0,987	71,2	2028
P14	Montréal	16	46	3	—	122 709	4,43	4,58	2 768 000	2 679 240	0,968	51,7	2031
P15	Montréal	12	58	4	—	105 622	4,78	4,40	2 211 000	2 399 625	1,085	51,0	2027
P16	Montréal	8	63	2	—	76 139	4,96	4,82	1 536 000	1 580 578	1,029	80,0	2028
P17	Trois-Rivières	6	52	4	—	34 615	6,24	6,33	555 000	546 638	0,985	38,0	2028
P18	Sherbrooke	36	44	3	—	298 656	6,01	5,60	4 968 000	5 333 675	1,074	46,9	2028
P19	Trois-Rivières	6	48	4	—	44 071	6,17	6,35	714 000	694 033	0,972	69,3	2029
P20	Montréal	6	67	3	sol	47 854	5,03	4,91	951 000	974 332	1,025	68,2	2030
P21	Montréal	24	43	1	sol	208 102	5,05	5,18	4 122 000	4 014 771	0,974	45,6	2028
P22	Québec	16	69	3	—	145 561	5,83	5,72	2 499 000	2 546 197	1,019	59,0	2028
P23	Sherbrooke	24	26	5	—	233 864	5,71	5,30	4 096 000	4 415 397	1,078	50,8	2028
P24	Gatineau	16	35	4	—	142 220	5,27	5,30	2 700 000	2 682 490	0,994	53,3	2030
P25	Trois-Rivières	16	77	3	—	123 903	7,00	6,28	1 769 000	1 972 094	1,115	76,9	2029
P26	Montréal	48	62	2	—	486 296	4,41	4,56	11 038 000	10 674 340	0,967	63,0	2027
P27	Montréal	12	49	3	—	128 816	4,60	4,61	2 799 000	2 793 006	0,998	69,2	2028
P28	Montréal	6	70	3	—	50 631	4,20	4,65	1 206 000	1 089 856	0,904	68,7	2028
P29	Gatineau	12	47	2	—	110 423	5,79	5,75	1 908 000	1 919 478	1,006	61,7	2031
P30	Québec	48	37	3	—	311 861	5,60	5,65	5 569 000	5 523 156	0,992	58,4	2029
P31	Sherbrooke	6	53	4	—	35 584	5,34	5,65	666 000	629 308	0,945	55,1	2027
P32	Sherbrooke	36	51	3	—	259 914	5,64	5,57	4 610 000	4 664 433	1,012	66,8	2031
P33	Gatineau	6	54	3	—	68 999	5,75	5,62	1 201 000	1 227 888	1,022	55,2	2029
P34	Montréal	24	70	3	—	223 960	4,49	4,45	4 987 000	5 036 223	1,010	61,8	2028
P35	Sherbrooke	8	35	3	—	57 825	5,72	5,91	1 011 000	978 720	0,968	66,0	2030
P36	Québec	72	62	3	inond.	443 733	6,14	5,91	7 229 000	7 509 279	1,039	60,3	2027
P37	Gatineau	8	45	3	—	85 641	5,89	5,60	1 454 000	1 528 336	1,051	59,2	2031

suite à la page suivante

Tableau 48.6. Annexe par immeuble (suite).

Imm.	RMR	Log.	Âge	État	Risque	RNE ($)	R (%)	$\hat{R}$ (%)	Indication ($)	Prédite ($)	Ratio	RPV (%)	Éch.
P38	Montréal	6	59	1	—	46 776	5,48	5,08	854 000	921 543	1,079	59,1	2030
P39	Trois-Rivières	6	45	3	—	47 297	6,36	6,63	744 000	713 815	0,959	49,5	2027
P40	Montréal	16	74	4	—	177 850	4,57	4,31	3 894 000	4 123 003	1,059	63,2	2027
P41	Montréal	8	65	3	inond.	79 943	4,67	4,98	1 714 000	1 604 395	0,936	40,3	2029
P42	Montréal	48	8	3	—	430 559	4,57	4,54	9 415 000	9 478 407	1,007	56,1	2027
P43	Saguenay	6	55	2	inond.	43 252	7,17	7,01	603 000	617 367	1,024	58,4	2031
P44	Saguenay	12	58	2	—	70 665	6,61	6,34	1 070 000	1 114 268	1,041	79,6	2030
P45	Gatineau	36	72	2	—	366 800	5,10	5,46	7 186 000	6 716 534	0,935	75,4	2028
P46	Québec	8	54	4	—	79 714	5,50	5,67	1 450 000	1 405 821	0,970	57,6	2027
P47	Saguenay	8	66	3	—	49 018	5,66	6,13	866 000	799 050	0,923	71,5	2030
P48	Sherbrooke	6	68	2	—	37 075	5,73	6,07	648 000	611 056	0,943	68,1	2031
Total		888				7 447 030	5,19	5,22	143 363 000	142 572 511	0,995	59,8	

Source : [données synthétiques] fichier `cas4_portefeuille.csv` et script du chapitre (fonction de prédiction des valeurs) ; $\hat{R}$ avec facteur de Duan ; ligne « Total » : taux pondérés et ratio agrégé, soit la somme prédite sur la somme des indications ; valeurs prédites arrondies au dollar.

Le contrôle de cohérence emprunte aux études de ratio de l'évaluation foncière municipale leurs statistiques standardisées, que le chapitre 9 a définies et dérivées (équation (9.7), équation (9.8)) : le ratio médian mesure le niveau, le coefficient de dispersion (COD) l'uniformité horizontale, le différentiel lié au prix (PRD) et le biais lié au prix (PRB) l'uniformité verticale. Appliquées ici aux ratios $\hat{V}_i / V_i$, elles comparent le modèle aux indications individuelles plutôt que des valeurs à des prix de vente, et leur interprétation doit en tenir compte. Le tableau 48.7 en donne les résultats. Pour l'ensemble, le ratio médian est de 1,002, le COD de 3,8, le PRD de 1,005 et le PRB de 0,001 (erreur-type 0,006) : le modèle et les évaluations individuelles sont au même niveau, sans biais vertical, et la dispersion est faible. La somme des valeurs prédites, 142 572 511 $, est inférieure de 0,55 % à la somme des indications ; c'est l'ordre de grandeur de l'erreur agrégée que l'on peut attendre d'une évaluation de masse cohérente avec les évaluations individuelles, et il est très inférieur à l'erreur sur un immeuble donné, qui atteint 11,5 % pour P25.

Deux mises en garde s'imposent dans la lecture de ce tableau. La première concerne le COD de 3,8, inférieur à la borne basse de 5,0 du Standard on Ratio Studies, laquelle signale habituellement une « **poursuite des ventes** » (*sales chasing*), c'est-à-dire l'ajustement des valeurs aux prix observés (International Association of Assessing Officers 2013). Ici, le COD mesure l'écart entre un modèle et les données sur lesquelles il a été estimé, et non entre des valeurs et des prix indépendants : un COD bas est attendu en échantillon d'estimation et ne dit rien de la qualité prédictive du modèle hors échantillon. Dans un dossier réel, l'évaluateur estimerait le modèle sur des ventes de marché, puis calculerait les ratios sur les immeubles du portefeuille, et un COD inférieur à 5 serait alors suspect. La seconde concerne les sous-échantillons régionaux : avec quatre à huit immeubles, le PRD et le PRB ne sont pas estimables avec une précision utile (le PRB de Sherbrooke, 0,039, et celui de Gatineau, −0,036, ont des erreurs-types de l'ordre de 0,03), et seul le ratio médian et l'écart agrégé méritent d'être rapportés ; le Standard on Ratio Studies recommande d'ailleurs des tailles d'échantillon minimales que ces sous-ensembles n'atteignent pas.

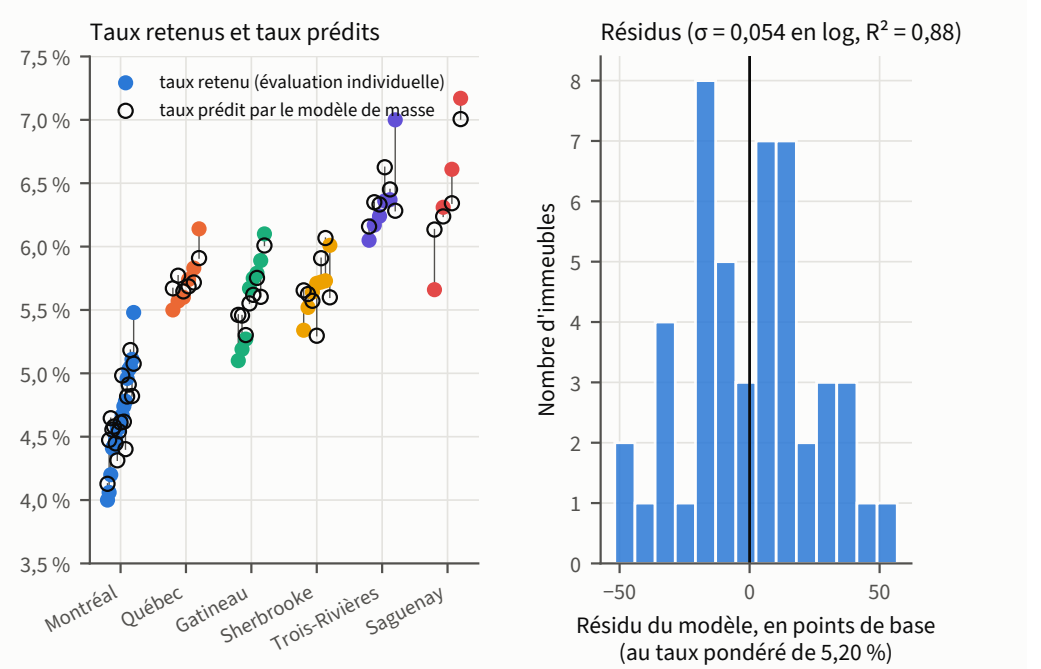


FIGURE 48.3. Taux retenus dans les évaluations individuelles (points pleins) et taux prédits par le modèle de masse (cercles) pour chaque immeuble, par région (gauche) ; distribution des résidus du modèle en points de base au taux pondéré du portefeuille (droite). Les écarts individuels atteignent 70 points de base (P25), mais ils se compensent à l'échelle de la région et du portefeuille.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `ch48_portefeuille_figures.py`, graine 20261031.

TABLEAU 48.7. Statistiques de ratio (modèle de masse / indications individuelles) pour le portefeuille et par région, et seuils de l'IAAO pour les immeubles à revenus (données synthétiques).

Ensemble	*n*	Ratio médian	Ratio pondéré	COD	PRD	PRB	Écart agrégé (%)
Portefeuille	48	1,002	0,994	3,83	1,005	0,001	−0,55
Montréal	17	1,007	0,985	4,37	1,016	−0,015	−1,54
Québec	6	1,000	1,002	2,35	0,999	0,002	0,20
Gatineau	8	1,011	0,981	2,78	1,019	−0,036	−1,94
Sherbrooke	7	0,982	1,033	4,47	0,968	0,039	3,33
Trois-Rivières	6	0,984	1,003	2,94	0,999	0,012	0,33
Saguenay	4	1,018	1,000	3,21	1,000	0,008	0,04

Seuils IAAO (2013), immeubles à revenus : niveau 0,90–1,10 ; COD 5,0–15,0 (grands échantillons) ou 5,0–20,0 ; PRD 0,98–1,03 ; PRB −0,05 à 0,05.

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] `traite/hedonique.py`, fonction `statistiques_ratio` ; script `ch48_portefeuille.py`, fonction `ratios_iaao` ; seuils : INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ASSESSING OFFICERS (2013), voir tableau 9.2. Ratio pondéré = somme des valeurs prédites / somme des indications ; écart agrégé = ratio pondéré − 1.

Le contrôle désigne ensuite les immeubles à examiner individuellement. Cinq ratios s'écartent de plus de 7,5 % de l'unité. P25, un seize logements de 1949 à Trois-Rivières, est évalué à un taux de 7,00 % alors que le modèle prédit 6,28 % : l'écart de 72 points de base, le plus grand du portefeuille, correspond à une indication inférieure de 10,3 % à la valeur prédite. P28 (six logements de 1956 à Montréal, taux retenu 4,20 % contre 4,65 % prédit) et P09 (quarante-huit logements de 1996 à Montréal, 4,06 % contre 4,47 %) sont au contraire évalués à des taux plus bas que le modèle, donc à des valeurs supérieures de 10,7 % et 10,2 % à la prédiction ; P15 et P38, deux petits immeubles montréalais, sont évalués à des taux supérieurs au modèle de 38 et 40 points de base. Dans ces cinq cas, le rapport de portefeuille doit consigner l'examen fait : si l'évaluation individuelle de P09, par exemple, justifie son taux bas par des comparables récents du même secteur et par la qualité du bâtiment de 1996, l'évaluateur la retient et explique que le modèle, qui n'a pas de variable pour le secteur ou pour la qualité de construction au-delà de la cote d'état, la sous-estime ; si rien ne la justifie, il la ramène vers le modèle. Le dossier fictif retient les indications individuelles dans les cinq cas, en motivant chacune ; la section 48.9 reviendra sur l'effet de ce choix, limité à 0,55 % de la valeur agrégée. Le point méthodologique est que l'évaluation de masse ne remplace pas le jugement : elle le *dirige* vers les cas qui le requièrent, ce qui est exactement la fonction que le Standard on Mass Appraisal assigne au contrôle de qualité (International Association of Assessing Officers 2025).

48.5 Dynamique des revenus nets, 2016-2026

48.5.1 Croissance et volatilité par immeuble et par région

Le dossier contient le revenu net trimestriel de chaque immeuble sur quarante-deux trimestres, de 2016T1 à 2026T2. Ce panel, que le chapitre 36 exploite pour l'identification causale, sert ici à trois fins : mesurer la croissance tendancielle du revenu, qui entre dans le rendement total attendu de chaque immeuble (section 48.8) ; mesurer la volatilité du revenu, qui paramètre la simulation (section 48.7) ; et mesurer la corrélation des revenus entre immeubles et entre régions, qui détermine ce que la diversification géographique apporte réellement. La fonction `croissance_rne` du module partagé estime, pour chaque immeuble, la croissance annualisée par la pente de la régression du logarithme du revenu sur le temps,

$$\ln RNE_{i,t} = a_i + b_i\, t + u_{i,t}, \qquad t = 0, \tfrac{1}{4}, \tfrac{2}{4}, \dots, \qquad \hat{g}_i = e^{\hat{b}_i} - 1, \tag{48.6}$$

et la volatilité annualisée par l'écart-type des variations trimestrielles du logarithme, multiplié par $\sqrt{4} = 2$,

$$\hat{\sigma}_i = 2\ \mathrm{sd}\big(\Delta \ln RNE_{i,t}\big)\,. \tag{48.7}$$

Le même calcul appliqué à la somme des revenus d'une région, puis du portefeuille, donne la croissance et la volatilité agrégées. Le tableau 48.8 et la figure 48.4 présentent les résultats.

Le revenu net agrégé du portefeuille est passé de 5 474 240 $ en rythme annuel au premier trimestre de 2016 à 7 447 028 $ au deuxième trimestre de 2026, soit une croissance tendancielle de 3,03 % par an, avec une volatilité agrégée de 1,34 %. La hiérarchie régionale des croissances est nette et, par construction du jeu, cohérente avec les tendances régionales déclarées : Gatineau à 4,78 %, Montréal à 3,20 %, Québec à 2,67 %, Sherbrooke à 2,30 %, Trois-Rivières à

Tableau 48.8. Croissance et volatilité annualisées des revenus nets, 2016T1 à 2026T2, par région et pour le portefeuille (données synthétiques).

RMR	Imm.	g agrégé (%/an)	g médian (%/an)	σ agrégé (%)	g min – max (%)	σ médian (%)	Choc 2020–21 (%)
Montréal	17	3,20	3,15	1,37	0,57 – 4,83	3,19	−2,62
Québec	6	2,67	2,75	1,82	1,24 – 3,63	3,24	−1,55
Gatineau	8	4,78	4,45	1,71	2,12 – 6,26	3,25	−2,15
Sherbrooke	7	2,30	2,49	2,04	1,87 – 3,69	3,51	−2,95
Trois-Rivières	6	2,15	2,69	2,17	1,61 – 3,37	2,97	−4,01
Saguenay	4	1,53	1,82	2,03	0,52 – 2,77	3,34	−1,57
Portefeuille	48	3,03	2,92	1,34	0,52 – 6,26	3,23	−2,53

Source : [données synthétiques] `cas4_portefeuille_series.csv` ; `traite/cas4.py`, fonction `croissance_rne` (équation (48.6), équation (48.7)) ; agrégats et choc : script `ch48_portefeuille.py`, fonction `dynamique_rne`. Choc = écart moyen du logarithme de l'agrégat à sa tendance entre 2020T2 et 2021T2 (équation (48.8)).

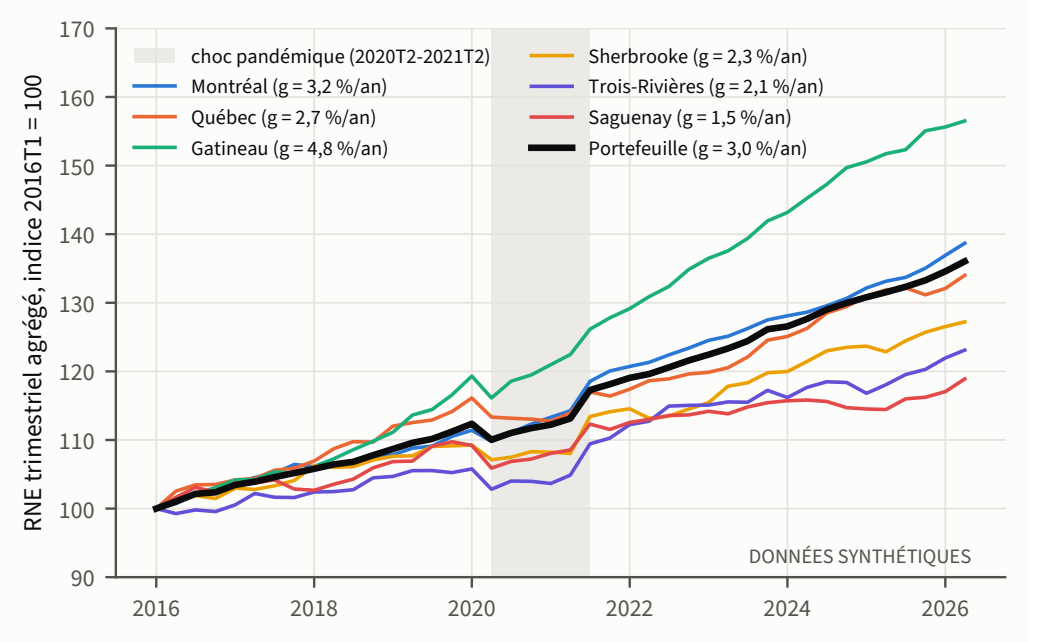


Figure 48.4. Revenu net trimestriel agrégé par région et pour le portefeuille, en indice (2016T1 = 100) ; la bande grise marque le choc commun de la pandémie (2020T2 à 2021T2). Gatineau croît le plus vite et Saguenay le plus lentement ; l'agrégat du portefeuille est plus lisse que chacune de ses régions.

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille_figures.py`, graine 20261031.

2,15 % et Saguenay à 1,53 %. Deux observations importent pour la suite. D'abord, la volatilité agrégée d'une région (de 1,37 % à Montréal à 2,17 % à Trois-Rivières) est très inférieure à la volatilité médiane de ses immeubles (environ 3,2 % partout) : c'est l'effet de diversification à l'intérieur de la région, d'autant plus fort que la région compte d'immeubles, et il annonce celui que la section 48.7 mesurera sur la valeur. Ensuite, la dispersion des croissances individuelles à l'intérieur d'une région est grande, de 0,57 % à 4,83 % à Montréal : la croissance tendancielle estimée sur dix ans d'un seul immeuble est un indicateur bruité, et l'évaluateur qui s'en servirait pour projeter le revenu d'un immeuble donné, plutôt que la croissance régionale, s'exposerait à l'erreur que Geltner (1993) et Clayton et al. (2001) ont documentée dans les séries d'évaluation : le bruit propre à chaque immeuble se lit comme une tendance.

48.5.2 Le choc pandémique

La loi de génération du jeu a imposé à tous les immeubles un choc de −3 % sur le revenu entre 2020T2 et 2021T2, en sus de la tendance et des chocs propres. Pour le retrouver dans les données sans connaître la loi, on mesure l'écart moyen du logarithme de l'agrégat à sa tendance pendant la période de choc,

$$\hat{c} = \exp\!\left(\frac{1}{|\mathscr{P}|} \sum_{t \in \mathscr{P}} \left[\ln RNE_t - (\hat{a} + \hat{b}\, t) \right] \right) - 1, \qquad \mathscr{P} = \{2020\text{T2}, \ldots, 2021\text{T2}\}, \tag{48.8}$$

ce qui donne −2,53 % pour le portefeuille, et de −1,55 % (Québec) à −4,01 % (Trois-Rivières) selon la région. L'écart entre ces mesures et le choc imposé de −3 % tient à l'estimation de la tendance sur une série qui contient le choc et aux marches aléatoires propres : avec quatre à dix-sept immeubles par région, le bruit idiosyncrasique ne s'efface pas. La variation glissante sur quatre trimestres du revenu agrégé n'est jamais descendue au-dessous de −0,12 % (au premier trimestre de 2021) : le choc a été absorbé par la croissance tendancielle, et un lecteur qui ne regarderait que les variations annuelles ne le verrait pas. Ce point rejoint la discussion du chapitre 36 sur la distinction entre un choc transitoire sur le niveau du revenu et un changement de tendance ; pour l'évaluation, un choc transitoire ne modifie la valeur que par la valeur actualisée des revenus perdus pendant sa durée, soit, pour cinq trimestres à −3 %, environ 0,4 % de la valeur à un taux de 5 %, alors qu'un changement de tendance de même ampleur annuelle modifierait la valeur de plusieurs points par l'intermédiaire du taux (équation (29.10)).

48.5.3 Corrélations intra- et interrégionales

La corrélation des variations trimestrielles du logarithme des revenus entre immeubles est la grandeur qui commande la diversification. Sur les 1 128 paires d'immeubles, la corrélation moyenne est de 0,168 ; elle est de 0,155 entre immeubles d'une même région (221 paires) et de 0,171 entre immeubles de régions différentes (907 paires). La composante régionale est donc nulle dans ce jeu : les revenus d'un immeuble de Montréal ne sont pas plus corrélés à ceux d'un autre immeuble montréalais qu'à ceux d'un immeuble de Saguenay. La corrélation positive qui subsiste est entièrement due au choc commun de la pandémie : calculée hors de la période 2020T1 à 2021T3, la corrélation moyenne tombe à −0,001 à l'intérieur des régions et à −0,002 entre elles, c'est-à-dire à zéro. Les agrégats régionaux, qui lissent le bruit propre à chaque immeuble, sont plus corrélés entre eux (de 0,35 entre Québec et Trois-Rivières à 0,63 entre Montréal et Trois-Rivières), toujours en raison du choc commun.

Ce résultat est une propriété de la loi de génération, dans laquelle la tendance régionale est déterministe et les chocs propres sont indépendants ; sur des marchés réels, les revenus des immeubles d'une même région partagent des chocs régionaux (emploi, immigration, offre neuve) que le jeu n'a pas simulés, et la corrélation intrarégionale excéderait la corrélation interrégionale. La leçon méthodologique n'en est pas moins valable : la structure de dépendance des revenus doit être *estimée* sur les séries disponibles plutôt que posée, et le résultat de l'estimation doit être déclaré, avec ses limites, comme paramètre de la simulation. Pour le taux de capitalisation, en revanche, le dossier ne contient aucune série ; la dépendance entre les taux des immeubles, qui réagissent ensemble aux marchés de capitaux et, à l'intérieur d'une région, à la liquidité locale, sera posée par hypothèse à la section 48.7, en s'appuyant sur ce que la littérature dit du facteur commun des taux (Chervachidze et Wheaton 2013 ; Duca et Ling 2020).

48.6 Risques : inondation, sols, concentration et dette

48.6.1 Zones inondables et sols contaminés

Trois immeubles du portefeuille sont situés en zone inondable : P36, un soixante-douze logements de 1964 à Québec, P41, un huit logements de 1961 à Montréal, et P43, un six logements de 1971 à Saguenay. Leur valeur totalise 9 546 000 $, soit 6,7 % de la valeur du portefeuille, et 7,6 % de son revenu net ; leur dette, 5 404 000 $, représente un ratio prêt-valeur de 56,6 %, inférieur à la moyenne. Deux immeubles montréalais, P20 et P21, portent une mention de contamination du sol ; leur valeur, 5 073 000 $, est 3,5 % du portefeuille. Le tableau 48.9 présente ces cinq immeubles avec l'effet que le modèle de masse attribue à chaque risque.

L'effet d'une indicatrice de risque sur la valeur, à revenu égal, se déduit de l'effet sur le taux : si $R = R' e^{\beta}$ où R' est le taux sans le risque, alors

$$\frac{V}{V'} = \frac{RNE/R}{RNE/R'} = e^{-\beta}, \qquad \text{décote} = e^{-\beta} - 1 = \frac{1}{1+e} - 1, \tag{48.9}$$

où $e = e^{\beta} - 1$ est la majoration du taux. Pour la zone inondable, $\hat{\beta}_z = 0{,}075\,6$ donne une majoration du taux de 7,9 %, de 34 points de base pour P41 (taux 4,67 %) à 52 pour P43 (7,17 %), et une décote de valeur de 7,3 %, soit 568 000 $ pour P36, 135 000 $ pour P41 et 47 000 $ pour P43, près de 750 000 $ au total. Pour la contamination, $\hat{\beta}_s = 0{,}053\,6$ donne une majoration de 5,5 % du taux (26 points de base) et une décote de 5,2 %, soit 279 000 $ pour les deux immeubles. Ces montants sont ceux que les évaluations individuelles ont, en moyenne, incorporés dans leurs taux ; ils mesurent le prix que le marché synthétique attache à ces risques, non le coût attendu des sinistres.

Le cadre réglementaire québécois des zones inondables a changé le 1er mars 2026, avec l'entrée en vigueur du nouveau régime fondé sur la Loi sur la qualité de l'environnement, qui remplace les anciennes zones de grand et de faible courant par des classes d'intensité (très élevée, élevée, modérée, faible) croisant la probabilité d'inondation sur vingt-cinq ans et la profondeur d'eau, publiées progressivement dans une cartographie de nouvelle génération (Gouvernement du Québec 2026c ; Gouvernement du Québec 2026d ; Québec 1972). Le Règlement sur l'encadrement d'activités sous la responsabilité des municipalités restreint la reconstruction d'un bâtiment résidentiel dans le littoral et impose des conditions dans les

Tableau 48.9. Immeubles exposés à un risque environnemental : effet du risque sur le taux et sur la valeur selon le modèle de masse (données synthétiques).

Imm.	RMR	Log.	Risque	R (%)	R' sans risque (%)	Écart (pb)	Indication ($)	Valeur sans risque ($)	Décote (%)	RPV (%)
P36	Québec	72	zone inondable	6,14	5,69	45	7 229 000	7 797 032	−7,3	60,3
P41	Montréal	8	zone inondable	4,67	4,33	34	1 714 000	1 848 681	−7,3	40,3
P43	Saguenay	6	zone inondable	7,17	6,65	52	603 000	650 382	−7,3	58,4
P20	Montréal	6	contamination du sol	5,03	4,77	26	951 000	1 003 318	−5,2	68,2
P21	Montréal	24	contamination du sol	5,05	4,79	26	4 122 000	4 348 765	−5,2	45,6
Zone inondable : 3 immeubles, 6,7 % de la valeur, 7,6 % du RNE							9 546 000	10 296 095	−7,3	56,6
Contamination : 2 immeubles, 3,5 % de la valeur							5 073 000	5 352 083	−5,2	49,9

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `risques` ; $R' = R/e^{\hat{\beta}}$, valeur sans risque $= Ve^{\hat{\beta}}$ (équation (48.9)) ; coefficients du tableau 48.5. Les effets reproduisent, à l'erreur d'échantillonnage près, les majorations de 5 % et 3 % de la loi de génération.

zones de classe très élevée, élevée et modérée (Québec 2026d ; Gouvernement du Québec 2026l, art. 83 et 85). Pour l'évaluateur de portefeuille, trois conséquences en découlent, que le chapitre 43 développe. La classe d'intensité de chacun des trois immeubles doit être lue sur la cartographie en vigueur à la date d'évaluation, et le dossier doit indiquer si la cartographie de nouvelle génération couvre déjà le secteur ou si la classification repose encore sur l'ancienne génération, ce qui n'a pu être fait pour le portefeuille fictif et constitue une limite déclarée. L'effet de la zone sur la valeur n'est pas seulement celui du risque physique : il comprend l'assurabilité, le coût de l'assurance et, surtout, la restriction du droit de reconstruire après un sinistre d'inondation, qui réduit la valeur du droit de propriété lui-même ; la littérature empirique mesure des décotes de l'ordre de 4 % à 12 % dans des marchés américains, variables selon l'information disponible et la récence des sinistres (Bin et Polasky 2004 ; Harrison et al. 2001 ; Bin et al. 2008 ; Bernstein et al. 2019 ; Hino et Burke 2021), et la décote synthétique de 7,3 % se situe dans cet intervalle sans prétendre mesurer le marché québécois. Enfin, P36 pèse à lui seul 5,0 % de la valeur du portefeuille ; son échéance de dette en 2027 et sa taille en font le premier immeuble à examiner dans l'allocation de la section 48.8.

Pour les sols, la Loi sur la qualité de l'environnement impose l'inscription d'un avis de contamination au registre foncier lorsque les valeurs limites réglementaires sont dépassées, et subordonne tout changement d'utilisation à un plan de réhabilitation approuvé (Québec 1972 ; Québec 2003, art. 31.53, 31.54 et 31.58) ; le Répertoire des terrains contaminés du ministère recense les terrains connus, sans prétendre à l'exhaustivité (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs 2026). Pour deux immeubles résidentiels existants dont l'usage ne change pas, le risque est celui d'une obligation future de caractérisation et de réhabilitation, et celui d'une décote de stigmate à la revente ; la méta-analyse de Simons et Saginor (2006) et la recension de Jackson (2001) donnent des ordres de grandeur très dispersés selon la nature et le stade de la contamination. Le rapport de portefeuille indique que les études de caractérisation n'ont pas été consultées et que l'effet retenu est celui du modèle.

48.6.2 Concentration géographique

La section 48.2 a mesuré la concentration par l'indice de Herfindahl : l'équivalent de 3,6 régions de poids égal et de 27,5 immeubles de valeur égale. La concentration montréalaise est à la fois la force et la faiblesse du portefeuille. Elle le place sur le marché le plus liquide

et le mieux documenté du Québec, celui où les taux sont les plus bas et où la demande institutionnelle est la plus profonde ; elle l'expose aussi, à hauteur de 45,5 % de sa valeur, aux décisions propres à cette région : fiscalité municipale, encadrement locatif et offre neuve, et aux projections démographiques les moins favorables des six régions à l'horizon 2051 (Institut de la statistique du Québec 2026b). Elle a enfin une conséquence que la simulation mettra en chiffres : la diversification réduit le risque du portefeuille en proportion de $n_{\text{éq}}$, non de n, et le gain marginal de la détention de quatre immeubles au Saguenay, qui représentent 2,3 % de la valeur, est négligeable pour le risque global tout en imposant des coûts de gestion à distance. La littérature sur les portefeuilles immobiliers a montré de longue date que la diversification par région et par type d'immeuble est efficace mais que ses bénéfices sont bornés par la composante commune nationale des rendements (Geltner et al. 2014 ; Baum et al. 2021) ; c'est précisément cette composante que les corrélations déclarées du taux représenteront.

48.6.3 La dette : service, couverture et levier

La dette du portefeuille s'élève à 85 766 000 $, soit un ratio prêt-valeur de 59,8 %, à un taux moyen pondéré de 4,52 %, et vient à échéance entre 2027 et 2031. Le dossier ne précise ni l'amortissement ni le solde d'origine des prêts ; l'évaluateur pose, et déclare, une *hypothèse d'amortissement de 480 mois* pour tous les prêts, correspondant aux prêts assurés par la SCHL pour les immeubles collectifs, qui admettent un amortissement de quarante ans sous le programme APH Select (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a), et il en teste la sensibilité avec un amortissement de 300 mois ; le montant inscrit au dossier est traité comme le solde au 30 juin 2026. C'est la même hypothèse que le chapitre 33 a retenue pour l'immeuble P45, dont les chiffres coïncident donc entre les deux chapitres. Le service annuel de la dette de chaque prêt est celui d'une annuité mensuelle à taux composé semestriellement sur l'amortissement résiduel, selon les formules du chapitre 31,

$$SD_i = 12\, M_i \, \frac{i_{m,i}}{1-(1+i_{m,i})^{-480}}, \qquad i_{m,i} = \left(1+\frac{i_i}{2}\right)^{1/6} - 1, \tag{48.10}$$

et le ratio de couverture agrégé du portefeuille est le rapport des sommes,

$$\overline{RCD} = \frac{\sum_i RNE_i}{\sum_i SD_i} = \frac{7\,447\,030\,\$}{4\,617\,283\,\$} = 1{,}61, \tag{48.11}$$

confortable au regard du seuil conventionnel de 1,20. Mais le ratio agrégé masque la dispersion individuelle : la médiane des quarante-huit ratios est de 1,80, cinq immeubles sont au-dessous de 1,20 et un, P16, un huit logements montréalais endetté à 80 % de sa valeur à un taux de 6,07 %, est au-dessous de 1,00 (0,94). Les quatre autres sont P04 (1,06), P09 (1,07), P28 (1,07) et P45 (1,15) : tous des immeubles dont le ratio prêt-valeur excède 69 % et dont le taux de capitalisation est bas ou dont le taux d'emprunt est élevé. La dette de ces cinq immeubles, 17 218 000 $, représente 20 % de la dette du portefeuille. Le prêteur d'une facilité d'ensemble se fonde sur le ratio agrégé parce que les sûretés sont croisées ; les prêteurs hypothécaires de premier rang de chaque immeuble se fondent sur le ratio individuel, et ce sont eux que l'échéancier concerne.

Le levier est négatif sur le revenu courant pour vingt immeubles représentant 57 % de la valeur : leur constante hypothécaire, de 4,4 % à 6,6 % selon le taux, excède leur taux de

capitalisation. La constante hypothécaire pondérée du portefeuille, 5,38 %, est supérieure au taux de capitalisation pondéré de 5,19 % ; le chapitre 31 et le chapitre 47 ont montré que cette configuration, générale au Québec en 2026 pour le multirésidentiel de qualité, fait reposer le rendement des fonds propres sur la croissance du revenu et la plus-value plutôt que sur le revenu courant. Avec un amortissement de 300 mois, la constante pondérée monterait à 6,66 %, le ratio de couverture agrégé tomberait à 1,30, treize immeubles seraient sous 1,20 et cinq sous 1,00 : l'hypothèse d'amortissement est donc l'une des plus lourdes du dossier, et le rapport doit l'écrire comme telle.

48.6.4 Échéancier et renouvellement à des taux majorés

Le tableau 48.10 et la figure 48.5 présentent l'échéancier. Les échéances de 2027 et de 2028 concentrent 61,3 % de la dette : 21 748 000 $ en 2027 (huit prêts, dont les deux plus grands immeubles montréalais, P26 et P42, et P36) et 30 867 000 $ en 2028 (quinze prêts, dont P09 et P45). Le **risque de refinancement** du portefeuille est donc concentré sur dix-huit mois, à un moment où la Banque du Canada vient de relever son taux directeur pour la première fois depuis 2023 (Banque du Canada 2026a). Pour le mesurer, chaque prêt est renouvelé à son échéance sur son amortissement résiduel, au taux initial majoré de 0, 100 ou 200 points de base, le solde à l'échéance étant calculé par la formule prospective du chapitre 31 :

$$M_i^{(m)} = M_i \,\frac{(1+i_{m,i})^{480} - (1+i_{m,i})^{m}}{(1+i_{m,i})^{480} - 1}, \qquad SD_i' = 12\, M_i^{(m)}\,\frac{i'_{m,i}}{1-(1+i'_{m,i})^{-(480-m)}}, \tag{48.12}$$

où m est le nombre de mois entre la date d'évaluation et l'échéance et i' le taux renouvelé. Le ratio de couverture au renouvellement est calculé avec le revenu net de 2026 maintenu constant, hypothèse prudente, puis, en variante, avec le revenu projeté au taux de croissance tendanciel de chaque immeuble. Le prêteur, enfin, ne renouvelle pas nécessairement le solde : il prête au plus le montant que permettent ses deux covenants au nouveau taux,

$$M_i^{\max} = \min\!\left(0{,}75\,V_i,\; \frac{RNE_i}{1{,}20\; f_i'}\right), \qquad \text{injection}_i = \max\!\left(M_i^{(m)} - M_i^{\max},\; 0\right), \tag{48.13}$$

où f_i' est la constante hypothécaire au taux renouvelé ; la différence, si elle est positive, est le capital que le fonds devra injecter pour refinancer l'immeuble.

La lecture du tableau est la suivante. Au taux inchangé, le renouvellement de tous les prêts laisse le ratio de couverture agrégé à 1,61 ; les cinq immeubles déjà sous 1,20 ne peuvent pas être refinancés intégralement et exigent une injection totale de 1 631 775 $, concentrée en 2028 (P09, P45, P16, P28). Une hausse de 100 points de base ramène le ratio agrégé à 1,42, porte à sept le nombre d'immeubles sous 1,20 et à quatre celui des immeubles sous 1,00, et l'injection à 4 178 882 $. Une hausse de 200 points de base, qui est l'ordre de grandeur du test de résistance que le BSIF impose aux prêts résidentiels non assurés (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b), ramène le ratio agrégé à 1,26, place seize immeubles sous 1,20 et sept sous 1,00, et exige 7 413 155 $ d'injection, soit 8,6 % de la dette et 12,9 % des fonds propres du portefeuille (57 597 000 $) ; le ratio de l'échéance de 2028 tombe à 1,15. Si le revenu net croît à son rythme tendanciel jusqu'à l'échéance, les résultats s'adoucissent sans changer de nature : à +200 points de base, le ratio agrégé est de 1,37, dix immeubles sont sous 1,20, trois sous 1,00, et l'injection est de 5 395 891 $. Le tableau 48.11 rassemble ces scénarios avec la variante d'amortissement.

Tableau 48.10. Échéancier de la dette et couverture au renouvellement selon la hausse du taux, revenu net 2026 constant (données synthétiques, amortissement 480 mois).

Échéance	Prêts	Dette ($)	Part (%)	Solde à l'échéance ($)	RCD +0	RCD +100	RCD +200	Inj. +0 ($)	Inj. +100 ($)	Inj. +200 ($)
2027	8	21 748 000	25,4	21 543 452	1,564	1,368	1,209	0	507 102	1 516 926
2028	15	30 867 000	36,0	30 320 350	1,467	1,291	1,147	1 264 095	2 987 252	4 768 077
2029	9	10 146 000	11,8	9 823 108	2,068	1,811	1,602	0	0	0
2030	6	4 730 000	5,5	4 531 237	1,675	1,474	1,309	22 441	22 441	135 991
2031	10	18 275 000	21,3	17 334 767	1,674	1,478	1,316	345 239	662 086	992 161
Total	48	85 766 000	100,0	83 552 914	1,613	1,418	1,258	1 631 775	4 178 882	7 413 155

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `dette` (équation (48.10) à équation (48.13)) ; RCD de l'échéance = somme des RNE 2026 des prêts échéant cette année / somme de leurs services de la dette renouvelés ; injection = capital à rembourser pour satisfaire RPV ≤ 75 % et RCD $\geq 1{,}20$ au nouveau taux. Ligne « Total » : RCD agrégé du portefeuille après renouvellement de tous les prêts.

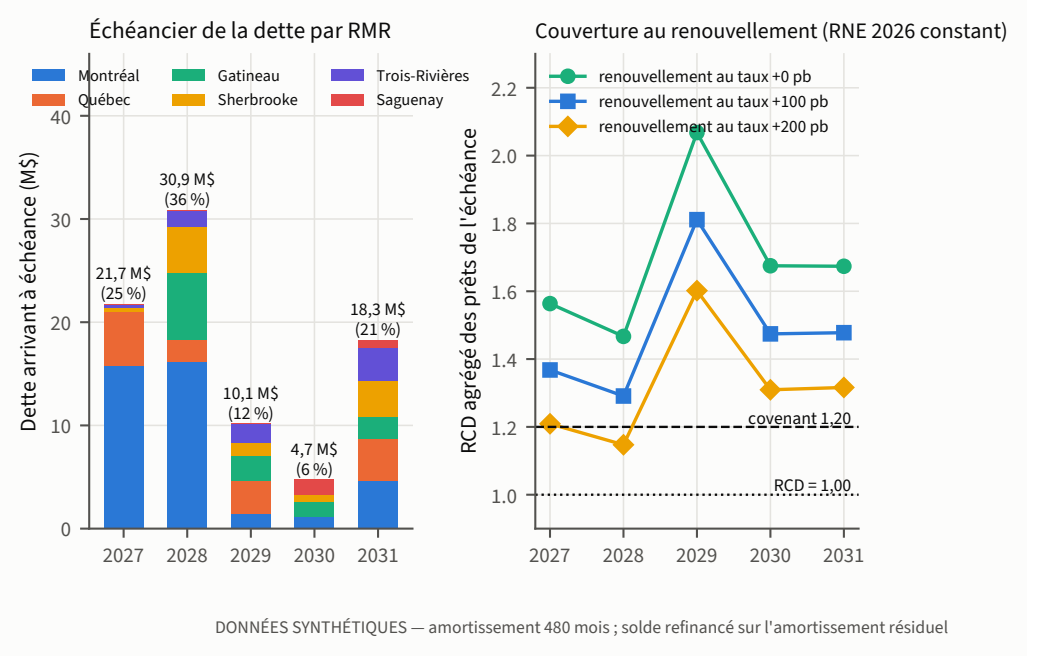


Figure 48.5. Échéancier de la dette par région (gauche) et ratio de couverture agrégé des prêts de chaque échéance après renouvellement au taux initial, majoré de 100 et de 200 points de base, le revenu net de 2026 étant maintenu constant (droite). Les échéances de 2027 et 2028 concentrent 61 % de la dette et portent les ratios les plus faibles.

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille_figures.py`, graine 20261031.

Tableau 48.11. Couverture de la dette du portefeuille selon l'hypothèse d'amortissement, la hausse du taux au renouvellement et la trajectoire du revenu net (données synthétiques).

Scénario	Constante pondérée (%)	RCD agrégé	Imm. $<1{,}20$	Imm. $<1{,}00$	Injection ($)	Imm. à refinancer
480 mois, taux actuels (situation 2026)	5,38	1,613	5	1	—	—
480 mois, renouvellement +0 pb, RNE constant	5,38	1,613	5	1	1 631 775	6
480 mois, renouvellement +100 pb, RNE constant	—	1,418	7	4	4 178 882	8
480 mois, renouvellement +200 pb, RNE constant	—	1,258	16	7	7 413 155	16
480 mois, renouvellement +200 pb, RNE croissant	—	1,366	10	3	5 395 891	10
300 mois, taux actuels	6,66	1,304	13	5	—	—
300 mois, renouvellement +200 pb, RNE constant	—	1,094	22	13	11 760 592	22

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `dette` avec `amort` $\in \{480, 300\}$ et croissance optionnelle ; « RNE croissant » : revenu net projeté à l'échéance au taux $\hat{g}_i$ du tableau 48.8. L'injection compte les immeubles dont le solde excède la capacité de refinancement (équation (48.13)).

L'immeuble P45, que le chapitre 33 a évalué sommairement, illustre le mécanisme. Sa dette de 5 416 000 $ à 5,17 %, échéant en 2028, représente 75,4 % de l'indication individuelle (7 186 000 $) et 80,6 % de la valeur par régression retenue au chapitre 33 (6 716 534 $) ; son service annuel sur 480 mois est de 318 363 $ et son ratio de couverture de 1,15 (0,95 sur 300 mois). À l'échéance de 2028, le solde de 5 329 169 $ renouvelé à 7,17 % sur 456 mois exigerait 404 324 $ par an, soit un ratio de 0,91 ; la capacité de refinancement à un ratio de 1,20 n'est que de 4 028 826 $, et le fonds devrait injecter 1 300 342 $, soit près des trois quarts de sa mise de fonds actuelle dans l'immeuble (1 770 000 $), pour le conserver. C'est le risque de refinancement, non le risque d'exploitation, qui fait de P45 un candidat à l'arbitrage malgré sa croissance de revenu élevée (5,9 % par an), comme la section 48.8 le montrera.

48.7 Incertitude agrégée : simulation avec corrélation régionale

48.7.1 Pourquoi la somme des incertitudes n'est pas l'incertitude de la somme

Le chapitre 47 a mesuré l'incertitude de la valeur d'un immeuble par une simulation de Monte-Carlo sur les intrants de son flux actualisé : un intervalle à 90 % de -21 % à $+30$ % autour de la médiane. Si l'on appliquait un tel intervalle à chacun des quarante-huit immeubles et qu'on en additionnait les bornes, on obtiendrait pour le portefeuille une fourchette absurde, parce que les erreurs d'évaluation et les chocs de marché ne frappent pas tous les immeubles dans le même sens en même temps. La question de l'agrégation est celle de la **dépendance** entre les incertitudes individuelles, et sa réponse exige de spécifier une structure de corrélation, de la justifier et de simuler conjointement. Le chapitre 40 a présenté les outils ; nous les appliquons ici dans leur forme la plus simple qui soit défendable : une copule gaussienne à deux facteurs, un facteur national et un facteur régional, échantillonnée par la décomposition de Cholesky de la matrice de corrélation.

Pour chaque immeuble, la valeur simulée est la capitalisation d'un revenu net perturbé à un taux perturbé,

$$\ln V_i^{(s)} = \ln RNE_i + \varepsilon_i^{(s)} - \ln R_i - \eta_i^{(s)}, \qquad \varepsilon_i \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{\varepsilon,i}^2), \quad \eta_i \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{\eta}^2), \tag{48.14}$$

où ε_i est le choc sur le revenu net et η_i le choc sur le taux, tous deux à horizon d'un an. Les écarts-types sont tirés du dossier : $\sigma_{\varepsilon,i}$ est la volatilité annualisée du revenu de l'immeuble estimée à la section 48.5 (médiane 3,2 %, de 2,4 % à 3,8 %), et σ_η est l'écart-type résiduel du modèle de masse, 0,053 7, c'est-à-dire la dispersion des taux retenus autour de ce que les caractéristiques prédisent, interprétée comme l'incertitude sur le taux d'un immeuble donné ; cette seconde identification est une hypothèse, puisque la dispersion en coupe transversale n'est pas la variabilité dans le temps, mais c'est la seule mesure que le dossier offre et elle est de l'ordre de grandeur des écarts-types de taux retenus au chapitre 47 (50 points de base sur 7,25 %, soit 0,07). La dépendance entre immeubles est introduite par une structure à deux facteurs sur les chocs standardisés,

$$Z_i = \sqrt{\rho_g}\, F_0 + \sqrt{\rho_r - \rho_g}\, F_{r(i)} + \sqrt{1-\rho_r}\, e_i, \qquad \operatorname{Corr}(Z_i, Z_j) = \begin{cases} \rho_r & \text{si } r(i) = r(j), \\ \rho_g & \text{sinon}, \end{cases} \tag{48.15}$$

où F_0 est un facteur national, F_r un facteur propre à la région r et e_i un bruit propre, tous gaussiens, centrés, réduits et indépendants ; ρ_g est la corrélation entre deux immeubles de régions différentes et $\rho_r \geq \rho_g$ celle entre deux immeubles de la même région. En pratique, on construit la matrice de corrélation Σ (48×48, éléments ρ_r ou ρ_g hors diagonale), on calcule sa décomposition de Cholesky $\Sigma = \mathbf{L}\mathbf{L}^{\top}$ et l'on obtient les chocs corrélés par

$$\mathbf{Z}^{(s)} = \mathbf{L}\,\mathbf{U}^{(s)}, \qquad \mathbf{U}^{(s)} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I}_{48}), \tag{48.16}$$

ce qui donne exactement la corrélation voulue puisque $\operatorname{Cov}(\mathbf{L}\mathbf{U}) = \mathbf{L}\mathbf{L}^{\top} = \Sigma$. Deux matrices distinctes sont utilisées, l'une pour les chocs de revenu, l'autre pour les chocs de taux. Le tableau 48.12 déclare tous les paramètres.

48.7.2 Diversification : démonstration

Avant de simuler, on peut démontrer ce que la simulation va montrer. La mesure de risque retenue est la **valeur à risque** (VaR) à 95 % de la valeur, c'est-à-dire la perte par rapport à la valeur centrale qui n'est dépassée que dans 5 % des scénarios,

$$\operatorname{VaR}_{0,95}(V) = V_0 - q_{0,05}(V), \tag{48.17}$$

où V_0 est la valeur de référence et $q_{0,05}$ le quantile à 5 % de la valeur simulée. La VaR n'est pas, en général, une mesure de risque cohérente au sens de Artzner et al. (1999) : elle peut violer la sous-additivité pour des distributions très asymétriques ou à queues épaisses. Dans le cadre gaussien de la équation (48.14), en revanche, la sous-additivité est garantie, et elle se démontre en deux lignes.

Proposition 48.1 : Sous-additivité de l'écart-type et de la valeur à risque dans le cadre gaussien

Soit X_i, $i = 1, \dots, n$, des variables aléatoires gaussiennes d'écarts-types σ_i et de corrélations ρ_{ij}, et $X_P = \sum_i w_i X_i$ avec $w_i \geq 0$. Alors $\sigma_P \leq \sum_i w_i \sigma_i$, avec égalité si et seulement si $\rho_{ij} = 1$ pour toute paire de poids non nuls ; et, pour tout niveau $\alpha \geq \tfrac{1}{2}$, $\operatorname{VaR}_\alpha(X_P) \leq \sum_i w_i \operatorname{VaR}_\alpha(X_i)$.

Tableau 48.12. Paramètres déclarés de la simulation (10 000 tirages, graine 20261031).

Paramètre	Valeur	Origine
$\sigma_{\varepsilon,i}$ (choc de RNE, par immeuble)	2,40 à 3,85 % (médiane 3,23 %)	volatilité annualisée estimée sur 2016–2026 (équation (48.7))
σ_η (choc de taux, commun)	0,0537 (soit ≈ 28 pb à 5,20 %)	écart-type résiduel du modèle de masse (tableau 48.5)
ρ_g, ρ_r du choc de RNE	0,171 ; 0,171	corrélations moyennes estimées entre et dans les régions (section 48.5) ; composante régionale nulle dans le jeu
ρ_g, ρ_r du choc de taux	0,50 ; 0,70	hypothèse déclarée : facteur national des marchés de capitaux dominant, facteur régional de liquidité (Chervachidze et Wheaton 2013 ; Duca et Ling 2020)
Marginales	log-normales (gaussiennes en log)	équation (48.14)
Dépendance	copule gaussienne à deux facteurs, Cholesky	équation (48.15), équation (48.16)
Régimes comparés	indépendant ($\rho = 0$) ; déclaré ; parfait ($\rho = 1$)	bornes de la diversification
Horizon	un an	cohérent avec les volatilités annualisées

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `simuler_portefeuille` ; tirages par `numpy.random.default_rng(20261031)`.

Démonstration. La variance du portefeuille s'écrit $\sigma_P^2 = \sum_i \sum_j w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \le \sum_i \sum_j w_i w_j \sigma_i \sigma_j = \left(\sum_i w_i \sigma_i\right)^2$, puisque $\rho_{ij} \le 1$ et que tous les termes $w_i w_j \sigma_i \sigma_j$ sont non négatifs ; l'égalité exige $\rho_{ij} = 1$ pour chaque terme non nul. Pour une variable gaussienne centrée, $\mathrm{VaR}_\alpha(X) = z_\alpha\, \sigma$ avec $z_\alpha = \Phi^{-1}(\alpha) \ge 0$ pour $\alpha \ge \frac{1}{2}$; la VaR est donc proportionnelle à l'écart-type, et l'inégalité sur σ_P se transmet : $\mathrm{VaR}_\alpha(X_P) = z_\alpha \sigma_P \le z_\alpha \sum_i w_i \sigma_i = \sum_i w_i\, \mathrm{VaR}_\alpha(X_i)$. Les espérances, additives, ne changent pas l'inégalité. □

Appliquée aux logarithmes des valeurs, la proposition dit que l'écart-type du logarithme de la valeur du portefeuille, pondéré par les parts de valeur, est au plus la moyenne pondérée des écarts-types individuels, l'égalité n'étant atteinte que si tous les immeubles subissent exactement les mêmes chocs. Avec les paramètres déclarés, le calcul analytique donne un écart-type individuel médian du logarithme de la valeur de $\sqrt{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\eta^2} \approx \sqrt{0{,}0323^2 + 0{,}0537^2} = 0{,}062\,7$, un écart-type du portefeuille de 0,038 9 sous la corrélation déclarée (moyenne des deux matrices), de 0,062 7 sous corrélation parfaite et de 0,012 0 sous indépendance. Le **ratio de diversification**, rapport de la VaR du portefeuille à la somme des VaR individuelles, est donc attendu autour de 0,6 à 0,7 ; la valeur n'étant pas exactement log-normale agrégée, la simulation précise ces ordres de grandeur.

48.7.3 Résultats

Le tableau 48.13 et la figure 48.6 présentent les résultats des trois régimes de dépendance. Sous la corrélation déclarée, la valeur simulée du portefeuille a une médiane de 143 349 709 $,

égale à la somme des indications à 13 000 $ près, une moyenne légèrement supérieure (143 527 636 $, effet de la convexité de la valeur dans le taux, signalé par Hoesli et al. (2006)), un écart-type de 6 267 078 $, soit un coefficient de variation de 4,4 %, et un intervalle à 90 % de 133 506 790 $ à 154 224 548 $, c'est-à-dire de −6,9 % à +7,6 % autour de la somme des indications. La VaR à 95 % est de 9 856 210 $; la somme des VaR individuelles est de 14 283 432 $; le ratio de diversification est de 0,69. L'**espérance de perte** au-delà de la VaR (*expected shortfall*), moyenne des 5 % de scénarios les plus défavorables, est de 12 358 203 $. La probabilité que le ratio prêt-valeur du portefeuille dépasse 65 % à horizon d'un an est de 3,0 % ; celle qu'il dépasse 70 %, de 0,03 % ; celle qu'il dépasse 75 %, nulle sur dix mille tirages. La probabilité d'une baisse de valeur supérieure à 10 % est de 0,8 %.

Tableau 48.13. Distribution de la valeur du portefeuille selon le régime de dépendance : statistiques, valeur à risque et diversification (données synthétiques, 10 000 tirages).

Statistique	Indépendant ($\rho = 0$)	Corrélation déclarée	Parfait ($\rho = 1$)
Médiane ($)	143 592 079	143 349 709	143 225 407
Moyenne ($)	143 604 323	143 527 636	143 484 253
Écart-type ($)	1 719 772	6 267 078	9 027 356
Coefficient de variation (%)	1,20	4,37	6,29
Quantile 5 % ($)	140 845 367	133 506 790	129 066 296
Quantile 95 % ($)	146 474 328	154 224 548	158 632 208
Quantile 1 % ($)	139 671 134	129 348 615	123 771 259
VaR à 95 % du portefeuille ($)	2 517 633	9 856 210	14 296 704
Somme des VaR à 95 % individuelles ($)	14 084 879	14 283 432	14 305 899
Ratio de diversification	0,179	0,690	0,999
Espérance de perte au-delà de la VaR ($)	3 246 112	12 358 203	17 617 411
P(RPV > 65 %) (%)	0,00	2,96	9,78
P(RPV > 70 %) (%)	0,00	0,03	0,68
P(baisse > 10 %) (%)	0,00	0,83	4,92
P(V < 130 M$) (%)	0,00	1,27	6,42

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `simuler_portefeuille` ; VaR selon l'équation (48.17) avec $V_0 = 143\,363\,000$ $; mêmes tirages gaussiens de base dans les trois régimes.

La comparaison des trois régimes est la démonstration promise. Sous indépendance, le coefficient de variation du portefeuille n'est que de 1,2 % et le ratio de diversification de 0,18 : quarante-huit immeubles indépendants, même concentrés, diversifient presque tout le risque individuel ; c'est la borne inférieure, irréaliste parce que les taux de capitalisation de tous les immeubles réagissent aux mêmes taux d'intérêt. Sous corrélation parfaite, le coefficient de variation est de 6,3 %, égal à celui d'un immeuble moyen, et le ratio de diversification de 0,999 : la VaR est additive, conformément au cas d'égalité de la proposition 48.1 ; c'est la borne supérieure, tout aussi irréaliste. Le régime déclaré se situe entre les deux, plus près du haut que du bas, parce que la corrélation du choc de taux (0,50 entre régions, 0,70 dans une région) est forte et que le choc de taux pèse davantage que le choc de revenu dans la variance individuelle ($0{,}0537^2$ contre $0{,}0323^2$, soit 73 % de la variance). La leçon est que l'incertitude agrégée d'un portefeuille immobilier est d'abord une incertitude sur le niveau général des taux, que la diversification géographique ne réduit guère ; elle ne réduit efficacement que la

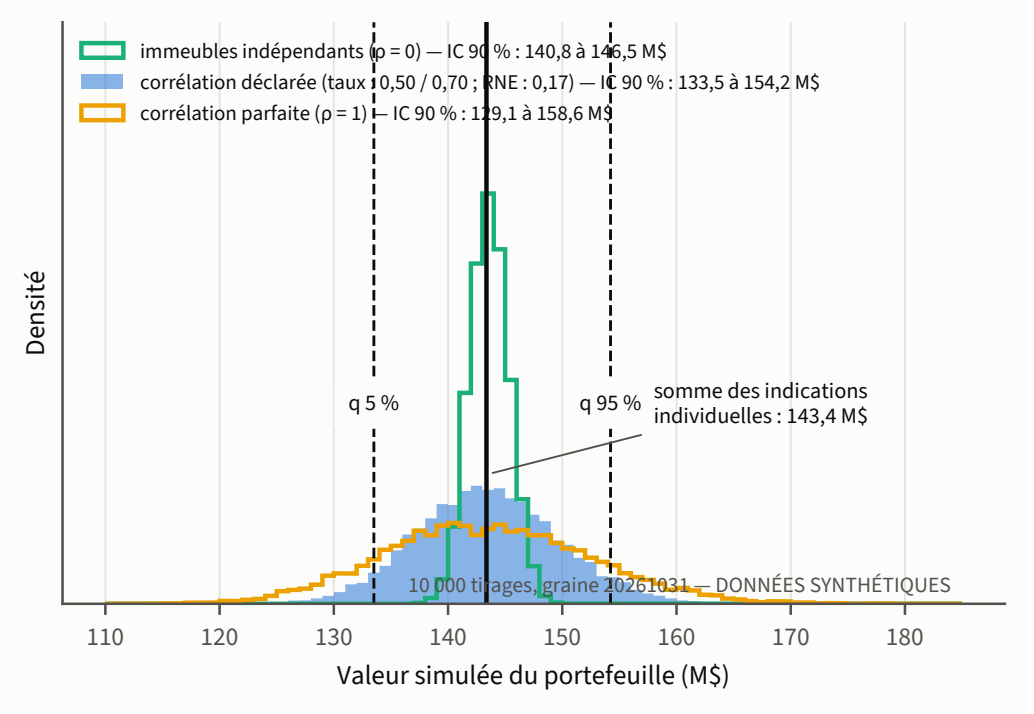


FIGURE 48.6. Distribution de la valeur simulée du portefeuille sous trois régimes de dépendance entre immeubles : indépendance, corrélation déclarée (régime retenu, en aplat) et corrélation parfaite. Les traits tiretés marquent les quantiles 5 % et 95 % du régime retenu ; le trait plein, la somme des indications individuelles. La dispersion du portefeuille dépend presque entièrement de la dépendance supposée, non de la dispersion des immeubles.
Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] script `ch48_portefeuille_figures.py`, graine 20261031.

part propre à chaque immeuble, c'est-à-dire les erreurs d'évaluation individuelles et les aléas d'exploitation. Le prêteur qui accorde une facilité d'ensemble bénéficie de cette diversification sur la seconde composante, et c'est ce qui justifie un covenant de ratio prêt-valeur agrégé plus souple que les covenants individuels ; il reste exposé à la première, que seul le niveau du ratio protège.

Le tableau 48.14 décompose la diversification par région. Dans chaque région, la VaR régionale est inférieure à la somme des VaR de ses immeubles, dans une proportion qui dépend du nombre d'immeubles et de leur poids : 0,77 à Montréal (dix-sept immeubles, mais trois d'entre eux pèsent la moitié de la valeur régionale), 0,81 à Québec et Gatineau, 0,82 à Saguenay (quatre immeubles). La diversification entre régions ajoute ensuite un gain, de la somme des VaR régionales (11 380 268 $) à la VaR du portefeuille (9 856 210 $), soit un facteur 0,87 : les deux niveaux de diversification se composent, et la part régionale, limitée par la corrélation de 0,50 du facteur national, est la plus petite des deux.

Tableau 48.14. Diversification à deux niveaux : valeur à risque par région et pour le portefeuille sous la corrélation déclarée (données synthétiques).

RMR	Imm.	V_0 ($)	Quantile 5 % ($)	Quantile 95 % ($)	CV (%)	VaR région ($)	Somme VaR imm. ($)	Ratio
Montréal	17	65 171 000	60 115 525	70 754 198	4,97	5 055 475	6 526 478	0,775
Québec	6	25 091 000	23 065 469	27 287 230	5,12	2 025 531	2 494 878	0,812
Gatineau	8	20 259 000	18 643 966	22 034 426	5,04	1 615 034	1 993 155	0,810
Sherbrooke	7	18 132 000	16 654 621	19 736 492	5,15	1 477 379	1 830 520	0,807
Trois-Rivières	6	11 447 000	10 509 635	12 469 339	5,21	937 365	1 108 671	0,845
Saguenay	4	3 263 000	2 993 516	3 555 395	5,25	269 484	329 730	0,817
Somme des régions	48	143 363 000	—	—	—	11 380 268	14 283 432	0,797
Portefeuille	48	143 363 000	133 506 790	154 224 548	4,37	9 856 210	14 283 432	0,690

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `simuler_portefeuille` (clé `par_rmr`) ; ratio = VaR de l'ensemble / somme des VaR de ses composantes.

48.8 Allocation et arbitrage

48.8.1 Rendement courant, croissance et risque de chaque immeuble

Le fonds ne demande pas seulement une valeur : il veut savoir quels immeubles conserver, lesquels céder et où réinvestir. Cette question relève du conseil, non de l'opinion de valeur, et le rapport doit la traiter dans une section distincte, clairement identifiée comme une consultation au sens des Normes de pratique 5 et 6 (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; mais elle s'appuie sur les mêmes données et c'est l'évaluateur qui les maîtrise le mieux. Trois grandeurs décrivent chaque immeuble. Le rendement courant est son taux de capitalisation, $R_i = RNE_i / V_i$. La croissance attendue du revenu, g_i, est approchée par la croissance tendancielle estimée à la section 48.5, avec la réserve exprimée plus haut sur le bruit de cette estimation. Leur somme est le rendement total attendu à long terme sous l'hypothèse d'un taux de capitalisation constant, selon la relation de Gordon et Shapiro (1956) dérivée au chapitre 29 (équation (29.10)),

$$\mu_i = R_i + g_i, \tag{48.18}$$

où g_i joue le rôle de la plus-value attendue. Le risque est l'écart-type du logarithme de la valeur simulée de l'immeuble, $\sigma_i = \sqrt{\sigma_{\varepsilon,i}^2 + \sigma_\eta^2}$, de 5,9 % à 6,6 % selon la volatilité du revenu. L'indicateur synthétique retenu est l'excédent de rendement par unité de risque,

$$\lambda_i = \frac{\mu_i - r_f}{\sigma_i}, \qquad r_f = 3{,}84\,\% \text{ (obligation du Canada à 10 ans, 29 octobre 2026)}, \tag{48.19}$$

complété par des drapeaux de risque que la simulation ne capte pas : zone inondable, contamination du sol, ratio de couverture inférieur à 1,00 après un renouvellement à +200 points de base, et état coté 1 ou 2. Le score final est le rang centile de λ_i diminué de 0,10 par drapeau ; cette pondération est un choix de l'analyste, déclaré, et non une norme.

Tableau 48.15. Les six immeubles les mieux et les moins bien classés selon le rendement total attendu, le risque et les drapeaux (données synthétiques).

Imm.	RMR	Log.	État	R (%)	g (%)	μ (%)	σ (%)	λ	RCD	RCD +200	RPV (%)	Drapeaux	Score
Conserver (rang 1 à 6)													
P10	Gatineau	12	3	5,19	6,26	11,45	6,31	1,20	2,56	1,95	44,8	—	1,00
P24	Gatineau	16	4	5,27	5,24	10,51	6,12	1,09	2,14	1,65	53,3	—	0,96
P02	Gatineau	12	3	5,67	4,66	10,33	6,45	1,01	2,05	1,61	48,1	—	0,94
P25	Trois-Rivières	16	3	7,00	2,73	9,73	6,06	0,97	1,77	1,37	76,9	—	0,90
P39	Trois-Rivières	6	3	6,36	3,37	9,73	6,10	0,97	2,16	1,70	49,5	—	0,88
P37	Gatineau	8	3	5,89	4,00	9,89	6,29	0,96	1,71	1,36	59,2	—	0,85
Céder (rang 43 à 48)													
P46	Québec	8	4	5,50	1,24	6,74	6,44	0,45	1,94	1,48	57,6	—	0,08
P44	Saguenay	12	2	6,61	0,52	7,13	6,23	0,53	1,36	1,09	79,6	état	0,03
P28	Montréal	6	3	4,20	2,09	6,29	5,99	0,41	1,07	0,84	68,7	RCD	−0,04
P34	Montréal	24	3	4,49	1,89	6,38	6,29	0,40	1,25	0,98	61,8	RCD	−0,06
P41	Montréal	8	3	4,67	0,57	5,24	6,25	0,22	2,38	1,83	40,3	inond.	−0,08
P26	Montréal	48	2	4,41	2,38	6,79	6,03	0,49	1,27	0,99	63,0	état, RCD	−0,10

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `allocation` ; $\mu = R + g$ (équation (48.18)), λ selon l'équation (48.19), score = rang centile de λ −0,10 par drapeau ; RCD sur 480 mois, RCD +200 après renouvellement à +200 pb, RNE constant. Classement complet des 48 immeubles dans la sortie du script.

Le tableau 48.15 présente les six immeubles les mieux classés et les six moins bien classés. Le classement est dominé, en tête, par les immeubles de Gatineau et de Trois-Rivières : des taux de capitalisation supérieurs à ceux de Montréal, une croissance tendancielle du revenu élevée (jusqu'à 6,3 % par an pour P10), un endettement modéré et aucun drapeau. En queue, on trouve quatre immeubles montréalais dont le rendement courant est bas (de 4,20 % à 4,67 %) sans que la croissance du revenu le compense (de 0,6 % à 2,4 %), et dont deux (P28, P34) ne couvriraient plus leur dette après un renouvellement à +200 points de base et un (P41) est en zone inondable ; P26, le plus grand immeuble du portefeuille (quarante-huit logements, 11 038 000 $), cumule un état inférieur à la moyenne, un ratio de couverture tombant à 0,99 sous le choc de taux et une échéance en 2027 ; P46, à Québec, et P44, au Saguenay, ont la croissance la plus faible du portefeuille. P45, malgré son risque de refinancement, se classe neuvième grâce à sa croissance de 5,9 % et à son rendement total de 11,0 % ; sa place dans l'arbitrage dépend de la capacité du fonds à injecter 1,3 $ million en 2028, question de liquidité du fonds et non de valeur de l'immeuble.

Deux mises en garde encadrent cette lecture. La première est que les croissances tendancielles individuelles sont bruitées, comme la section 48.5 l'a montré : la croissance de P10 (6,3 %) excède celle de sa région (4,8 %) d'un écart qui n'est pas significatif sur dix ans, et un analyste prudent remplacerait g_i par la croissance régionale, ou par une moyenne des deux, avant de décider. La seconde est que le classement repose sur la valeur marchande comme prix de sortie : céder P26 au taux de 4,41 % rapporte 11 038 000 $ brut, et le produit net après remboursement de la dette (6 950 000 $) et des frais de vente de 2 % est de 3 867 000 $; le réinvestir dans des immeubles gatinois au taux de 5,4 % accroît le revenu courant du fonds, mais c'est un arbitrage de **valeur d'investissement**, propre au fonds, à ses contraintes de liquidité et à sa fiscalité, et non un jugement sur la valeur marchande de P26, qui reste celle que le marché montréalais paie pour un tel immeuble. La cession des six immeubles les moins bien classés ramènerait le portefeuille à quarante-deux immeubles, 121 898 000 $ de valeur, un taux pondéré de 5,30 % au lieu de 5,19 %, un ratio prêt-valeur de 59,5 % et un produit net de cession de 7 795 700 $; elle ne réduirait presque pas la part en zone inondable (6,4 %), parce que P36, le plus exposé, n'est pas parmi les six.

48.8.2 Une frontière rendement-risque par région

À l'échelle des régions, l'arbitrage se formule comme le problème de sélection de portefeuille de Markowitz (1952) : étant donné le rendement attendu μ_r et la matrice de covariance Ω des rendements régionaux, trouver, pour chaque niveau de rendement cible m, les poids $\mathbf{w}$ qui minimisent la variance,

$$\min_{\mathbf{w}} \ \mathbf{w}^{\top}\Omega\mathbf{w} \quad \text{sous} \quad \mathbf{w}^{\top}\mu = m, \quad \mathbf{1}^{\top}\mathbf{w} = 1, \quad \mathbf{w} \geq \mathbf{0}, \tag{48.20}$$

la contrainte de positivité traduisant l'impossibilité de vendre à découvert un immeuble. Le rendement attendu de chaque région est son taux pondéré augmenté de sa croissance agrégée (tableau 48.2, tableau 48.8) ; la covariance est celle des logarithmes des valeurs régionales simulées à la section 48.7, ce qui garantit la cohérence entre la mesure du risque et la structure de dépendance déclarée. Le tableau 48.16 donne les paramètres et quatre portefeuilles remarquables ; la figure 48.7 trace la frontière.

Le résultat est instructif par sa simplicité. Les risques régionaux sont presque identiques (de 4,96 % à 5,25 %) et fortement corrélés (de 0,61 à 0,67, par l'effet du facteur national du taux) : le portefeuille de variance minimale est l'équipondération, et son risque (4,27 %) n'est inférieur que de neuf points de base à celui du portefeuille actuel (4,36 %). La frontière est donc *étroite en risque* : passer de la pondération actuelle à n'importe quelle autre change peu l'écart-type, et c'est le rendement attendu qui discrimine. Le portefeuille actuel est dominé : à risque égal, une allocation qui porterait Gatineau à 45 % et ramènerait Montréal à 5 % atteindrait un rendement attendu de 9,12 % au lieu de 8,29 %. Mais cette recommandation apparente repose entièrement sur la croissance agrégée de Gatineau (4,78 % par an sur 2016-2026, dans le jeu synthétique) et sur l'hypothèse qu'elle se prolonge ; la section 48.3 a rappelé que les projections démographiques de l'ISQ ne couvrent pas Gatineau dans leur communiqué et que la croissance passée des loyers d'une petite région est un guide fragile. Le bon usage de la frontière n'est pas de prescrire une allocation, mais de montrer au fonds que le risque de son portefeuille est dicté par le niveau général des taux et non par sa répartition régionale, et que ses choix régionaux sont des paris sur la croissance relative des revenus, qu'il doit assumer comme tels. Le raisonnement rejoint celui que Geltner et al. (2014) et

Tableau 48.16. Paramètres de la frontière rendement-risque par région et portefeuilles remarquables (données synthétiques).

	μ (%)	σ (%)	Poids (%) : Mtl / Qc / Gat / Sher / T-R / Sag					
Montréal	7,70	4,96	100	0	0	0	0	0
Québec	8,44	5,12	0	100	0	0	0	0
Gatineau	10,22	5,03	0	0	100	0	0	0
Sherbrooke	8,04	5,15	0	0	0	100	0	0
Trois-Rivières	8,44	5,22	0	0	0	0	100	0
Saguenay	7,93	5,25	0	0	0	0	0	100
Portefeuille actuel (parts de valeur)	8,29	4,36	45,5	17,5	14,1	12,6	8,0	2,3
Variance minimale	8,46	4,27	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
Même rendement que l'actuel, risque minimal	8,29	4,28	23,0	16,6	10,0	18,1	16,1	16,3
Même risque que l'actuel, rendement maximal	9,12	4,36	5,4	16,5	44,8	9,8	15,5	8,0

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `allocation` (clé `frontiere`) ; μ_r = taux pondéré + croissance agrégée ; Ω = covariance des logarithmes des valeurs régionales simulées (corrélations de 0,61 à 0,67) ; optimisation SLSQP sous contraintes (équation (48.20)).

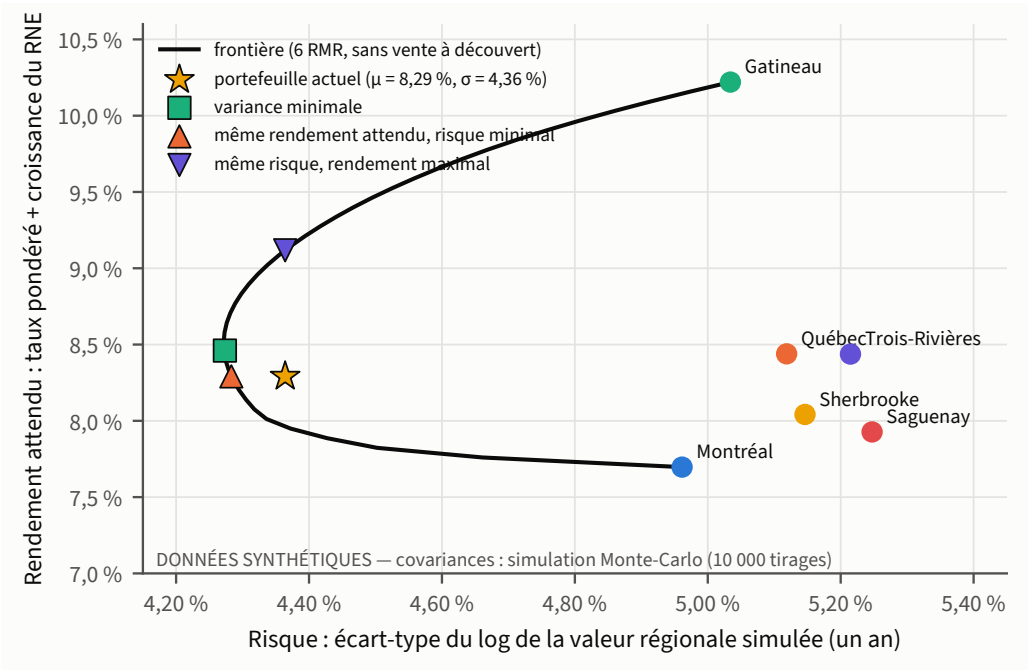


Figure 48.7. Frontière rendement-risque des six régions (sans vente à découvert), positions des régions, du portefeuille actuel, du portefeuille de variance minimale et des deux portefeuilles qui dominent l'actuel. Les risques régionaux sont presque égaux et fortement corrélés : la frontière est étroite en risque et c'est le rendement attendu, c'est-à-dire surtout la croissance régionale, qui distingue les allocations.
Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille_figures.py`, graine 20261031.

Baum et al. (2021) tiennent sur la diversification immobilière : utile contre le risque propre, impuissante contre le risque de marché.

48.9 Réconciliation et conclusion

Le dossier a produit, pour le portefeuille, une indication principale et deux contrôles. L'indication principale est la somme des indications individuelles, 143 363 000 $, chacune examinée au regard du modèle de masse et, pour cinq d'entre elles, motivée individuellement. Le premier contrôle est la somme des valeurs prédites par le modèle, 142 572 511 $, inférieure de 0,55 % ; l'écart est de l'ordre du bruit d'estimation du modèle et n'appelle pas de correction, mais il signale que les évaluations individuelles sont, dans l'ensemble, très légèrement moins prudentes que le modèle, ce qui s'explique par les trois immeubles montréalais (P09, P28, P26) évalués à des taux inférieurs à la prédiction. Le second contrôle est la distribution simulée, dont la médiane (143 349 709 $) coïncide avec l'indication et dont l'intervalle à 90 %, de 133 506 790 $ à 154 224 548 $, fournit la fourchette que le rapport financier doit communiquer : à horizon d'un an et sous les hypothèses déclarées, la valeur du portefeuille a une chance sur dix de sortir d'une bande de −6,9 % à +7,6 % autour de la valeur retenue. Le tableau 48.17 rassemble ces éléments.

Tableau 48.17. Réconciliation : indication, contrôles et valeur du portefeuille retenue (données synthétiques).

Élément	Montant ou ratio
Somme des indications individuelles (48 immeubles) ($)	143 363 000
Somme des valeurs prédites par le modèle de masse ($)	142 572 511
écart	−0,55 %
Médiane de la valeur simulée, corrélation déclarée ($)	143 349 709
Intervalle à 90 % de la valeur simulée ($)	133 506 790 – 154 224 548
en proportion de la valeur retenue	−6,9 % à +7,6 %
Valeur marchande du portefeuille, arrondie à 100 000 $	**143 400 000**
Valeur par logement (888 logements) ($)	161 486
Taux global implicite (RNE 2026 / valeur)	5,19 %
Multiplicateur du revenu brut potentiel	11,25
Dette ($) / ratio prêt-valeur	85 766 000 / 59,8 %
Fonds propres (valeur − dette) ($)	57 634 000
Ratio de couverture agrégé (amortissement 480 mois)	1,61
Part de la valeur en zone inondable / sols contaminés	6,7 % / 3,5 %

Source : [données synthétiques] script `ch48_portefeuille.py`, fonction `reconciliation`.

La valeur marchande du portefeuille au 30 juin 2026 est retenue à 143 400 000 $, somme des valeurs individuelles arrondie à 100 000 $ près, avec la répartition régionale du tableau 48.2, soit, pour Montréal, 65 171 000 $; pour Québec, 25 091 000 $; pour Gatineau, 20 259 000 $; pour Sherbrooke, 18 132 000 $; pour Trois-Rivières, 11 447 000 $; et pour le Saguenay, 3 263 000 $. Trois commentaires accompagnent la conclusion. Le premier concerne la prime ou la décote de portefeuille, écartée par le mandat : si le fonds envisageait la vente du portefeuille en bloc, l'évaluateur devrait reprendre l'analyse avec une autre unité d'évaluation

et rechercher, sur le marché canadien des transactions de portefeuilles, la preuve d'une prime pour la masse critique ou d'une décote pour l'hétérogénéité régionale, preuve qui n'existe pas dans le dossier ; la valeur retenue ne vaut que pour l'unité d'évaluation convenue. Le deuxième concerne l'écart entre la précision agrégée et la précision individuelle : le rapport doit dire que l'erreur relative sur la valeur du portefeuille est vraisemblablement inférieure à 3 % (le coefficient de variation simulé est de 4,4 % à un an, incluant l'incertitude de marché), mais que l'erreur sur un immeuble donné peut atteindre 10 %, et que les valeurs de l'annexe par immeuble ne doivent pas servir de base à une transaction individuelle sans évaluation complète. Le troisième concerne le ratio de la dette : à 59,8 % de la valeur, avec un ratio de couverture agrégé de 1,61, le portefeuille est modérément endetté, mais la concentration des échéances en 2027 et 2028 et la sensibilité au taux de renouvellement font de la liquidité du fonds, et non de la valeur de ses immeubles, le premier risque des deux prochaines années ; c'est l'objet de la section de consultation du rapport, distincte de l'opinion de valeur.

48.10 Le rapport : extrait structuré

Le rapport d'évaluation de portefeuille respecte le contenu minimal de la règle 2.3 des Normes de pratique professionnelle (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) ; le tableau 48.18 indique, pour chacun des douze éléments, la réponse du dossier et ce qui distingue le rapport de portefeuille du rapport individuel du chapitre 47. Trois éléments appellent un traitement particulier. L'étendue du travail (élément 6) doit décrire l'évaluation de masse comme telle : modèle, données, inspections par échantillon, contrôle par ratios, immeubles examinés individuellement, et surtout ce que la méthode ne permet pas, c'est-à-dire l'utilisation des valeurs individuelles de l'annexe pour une transaction ou un prêt sur un immeuble donné. Les hypothèses (élément 7) comprennent trois hypothèses de travail qui ne sont pas des hypothèses extraordinaires au sens de la norme mais que le lecteur doit connaître : l'exactitude des revenus normalisés fournis par le fonds, l'amortissement de 480 mois des prêts, et l'égalité présumée de la valeur marchande et de la juste valeur comptable. Le raisonnement (élément 8) est, pour un portefeuille, autant statistique que narratif, et le rapport doit rendre les scripts et les données disponibles au vérificateur du fonds, ce que l'ouvrage fait par construction.

La conclusion du rapport se lit alors ainsi, en substance. Sur la foi des évaluations individuelles les plus récentes des quarante-huit immeubles, de leur mise à jour à la date d'évaluation par un modèle régional du taux global contrôlé par les statistiques de ratio de l'IAAO, de l'inspection d'un échantillon de douze immeubles, de l'analyse des marchés locatifs et des marchés de capitaux des six régions et sous réserve des hypothèses et conditions limitatives énoncées, l'évaluateur est d'avis que la valeur marchande de la pleine propriété des quarante-huit immeubles, grevés des baux en vigueur et considérés séparément, au 30 juin 2026, totalise cent quarante-trois millions quatre cent mille dollars (143 400 000 $), répartis entre les six régions et les quarante-huit immeubles selon l'annexe. Cette conclusion s'appuie sur la méthode du revenu par capitalisation directe ; l'incertitude à horizon d'un an, mesurée par simulation sous des hypothèses de dépendance déclarées, situe la valeur du portefeuille entre 133 500 000 $ et 154 200 000 $ avec une probabilité de 90 %. Les valeurs individuelles de l'annexe sont des composantes de l'opinion sur le portefeuille et ne constituent pas des opinions de valeur destinées à une transaction ou à un financement individuel. La section de consultation qui suit l'opinion de valeur, et qui n'en fait pas partie,

Tableau 48.18. Contenu minimal du rapport (NPP, règle 2.3) et particularités du rapport de portefeuille.

N°	Élément exigé	Réponse du dossier et particularité du portefeuille
1	Identification physique et légale	Annexe par immeuble (tableau 48.6) ; sociétés en commandite propriétaires ; 48 lots fictifs
2	Droits évalués	Pleine propriété grevée des baux (droit du locateur) pour chaque immeuble ; unité d'évaluation : chaque immeuble séparément
3	But et fin	Opinion de valeur marchande ; rapport financier du fonds et renouvellement d'une facilité de crédit ; prêteur = utilisateur désigné
4	Définition de la valeur	Valeur marchande des NPP ; présomption d'égalité avec la juste valeur comptable, déclarée comme hypothèse de travail
5	Date	Évaluation 2026-06-30 ; inspections mai-juin 2026 ; rapport 2026-10-31 ; fait postérieur : hausse du taux directeur du 28 octobre 2026
6	Étendue du travail	Évaluation de masse (modèle régional du taux, ratios IAAO), 12 inspections sur 48, examen individuel de 5 immeubles, analyse de la dette et simulation ; limites : 36 immeubles non inspectés, états locatifs non vérifiés bail par bail, taux non publiés pour 4 RMR, cartographie des zones inondables non relue
7	Réserves et hypothèses de base	Annexe E adaptée ; aucune hypothèse extraordinaire ; hypothèses de travail : RNE fournis exacts, amortissement 480 mois, valeur marchande = juste valeur
8	Traitement de l'information et raisonnement	Section 48.2 à 48.9 ; scripts et données reproductibles remis au vérificateur
9	Usage le meilleur et le plus profitable	Continuation de l'usage locatif pour les 48 immeubles ; aucune conversion ni redéveloppement envisagé
10	Rejet d'une méthode traditionnelle	Coût et comparaison directe écartés pour le portefeuille (motifs : actifs à revenu, marché actif, hétérogénéité) ; la comparaison par logement sert de contrôle régional
11	Conformité à la substance de l'évaluation	Règle 1.2 traitée immeuble par immeuble dans l'annexe ; conformité au Standard on Mass Appraisal déclarée
12	Attestation	Formule prescrite, signée ; absence d'intérêt dans le fonds et dans la facilité de crédit (art. 18 à 20 et 34 du Code de déontologie)

Source : structure selon Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024) et Québec (2000) ; contenu du dossier fictif ; évaluation de masse selon International Association of Assessing Officers (2025).

traite de la couverture de la dette, de l'échéancier, des scénarios de renouvellement et des recommandations d'allocation.

Ce que le dossier doit au cadre québécois

Le portefeuille s'étend sur six régions métropolitaines dont la couverture statistique publique est complète : population et projections (Statistique Canada, tableau 17-10-0148-01 ; ISQ, projections 2026), loyers et inoccupation (SCHL, Enquête sur les logements locatifs d'octobre 2025), prix des plex (APCIQ, troisième trimestre 2026), mais dont deux seulement, Montréal et Québec, disposent de taux de capitalisation publiés (CBRE, troisième trimestre 2026) (Statistique Canada 2026a ; Institut de la statistique du Québec 2026b ; Société canadienne d'hypothèques et de logement 2025a ; Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec 2026e ; CBRE Canada 2026) ; pour Gatineau, Sherbrooke, Trois-Rivières et Saguenay, l'évaluateur de portefeuille doit extraire ses taux du marché local, et le jeu synthétique les a posés par hypothèse. Le droit évalué est le droit du locateur, parce que l'aliénation ne résilie pas les baux (Québec 1991, art. 1937). Le cadre des zones inondables en vigueur depuis le 1er mars 2026 (classes d'intensité, restrictions à la reconstruction, cartographie de nouvelle génération publiée progressivement) et le régime des terrains contaminés de la Loi sur la qualité de l'environnement (avis de contamination, plan de réhabilitation) gouvernent l'exposition de cinq immeubles (Gouvernement du Québec 2026c ; Gouvernement du Québec 2026d ; Québec 2026d ; Québec 1972 ; Québec 2003). Le financement des immeubles collectifs repose largement sur l'assurance de la SCHL, dont le programme APH Select admet un amortissement de quarante ans et un ratio de couverture de 1,10 (Société canadienne d'hypothèques et de logement 2026a), ce qui fonde l'hypothèse d'amortissement du dossier ; le test de résistance à +200 points de base s'inspire du taux admissible minimal du BSIF pour les prêts résidentiels non assurés (Bureau du surintendant des institutions financières 2026b). Enfin, le rapport respecte le contenu minimal de la règle 2.3 des Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ et distingue l'opinion de valeur (normes 1 et 2) de la consultation (normes 5 et 6) (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024). Toutes ces dispositions ont été vérifiées dans leur version à jour au 15 octobre 2026 (lois) ou au 1er juillet 2026 (règlements) ; la cartographie des zones inondables applicable à chacun des trois immeubles fictifs n'a pas, par nature, pu être consultée.

Erreurs fréquentes

- Résumer un portefeuille par la moyenne simple ou la médiane des taux individuels plutôt que par le taux pondéré (équation (48.1)) : ici, 5,46 % ou 5,59 % au lieu de 5,19 %, soit une erreur de 5 % à 8 % sur la valeur agrégée.
- Comparer des taux médians par classe de taille, d'âge ou d'état sans tenir compte de la région : l'effet de confusion inverse le signe de l'effet de taille (tableau 48.3).
- Lire un COD inférieur à 5 comme un gage de qualité du modèle alors qu'il est calculé en échantillon d'estimation ; ou interpréter un PRB estimé sur six immeubles.
- Additionner les intervalles d'incertitude des immeubles pour obtenir celui du por-

tefeuille, ou, à l'inverse, supposer les immeubles indépendants : les deux bornes sont fausses, et seule une structure de dépendance déclarée permet d'agréger (tableau 48.13).
- Oublier que la diversification géographique ne réduit pas le risque commun des taux : le coefficient de variation du portefeuille (4,4 %) est aux deux tiers celui d'un immeuble (6,3 %), non au vingtième.
- Juger la dette par le ratio de couverture agrégé (1,61) sans examiner les ratios individuels (cinq immeubles sous 1,20) ni l'échéancier (61 % de la dette en 2027-2028).
- Omettre de déclarer l'hypothèse d'amortissement des prêts : entre 480 et 300 mois, le ratio de couverture agrégé passe de 1,61 à 1,30 et le nombre d'immeubles sous 1,20 de cinq à treize.
- Présenter une recommandation de cession comme un jugement de valeur marchande, ou une frontière rendement-risque comme une prescription, alors que l'une et l'autre dépendent d'estimations de croissance régionale bruitées et de la situation propre du fonds.
- Appliquer une prime ou une décote de portefeuille sans preuve de marché, ou changer d'unité d'évaluation sans le dire.

Limites et mises en garde

Le dossier est entièrement synthétique : aucun des quarante-huit immeubles n'existe, les taux de Gatineau, Sherbrooke, Trois-Rivières et Saguenay ont été posés par hypothèse faute de publication, et les effets de l'état, de la taille, de la zone inondable et de la contamination sont des propriétés de la loi de génération retrouvées par la régression, non des mesures du marché québécois. Le modèle de masse est estimé sur les taux retenus dans des évaluations individuelles, non sur des ventes ; ses statistiques de ratio sont calculées en échantillon d'estimation, ce qui explique un COD inférieur aux seuils de l'IAAO, et les sous-échantillons régionaux de quatre à huit immeubles ne permettent pas d'estimer le PRD et le PRB avec une précision utile. La corrélation des revenus entre immeubles est estimée sur des séries dont la seule composante commune est le choc pandémique ; sur des marchés réels, une composante régionale existerait vraisemblablement. La corrélation des chocs de taux (0,50 entre régions, 0,70 dans une région) et l'identification de l'écart-type du taux à la dispersion résiduelle du modèle sont des hypothèses déclarées, non des estimations ; la distribution de la valeur du portefeuille en dépend presque entièrement. L'amortissement de 480 mois des prêts, le solde assimilé au montant du dossier et le renouvellement au taux initial majoré sont des hypothèses, et le taux d'origination de chaque prêt n'est pas documenté. Les croissances tendancielles individuelles sont bruitées et les rendements attendus de la frontière en héritent. La cartographie des zones inondables en vigueur et les études de caractérisation des sols n'ont pas été consultées pour les immeubles fictifs ; les décotes de la littérature citée proviennent de marchés américains. L'égalité entre valeur marchande et juste valeur comptable est présumée et non vérifiée au regard du référentiel du fonds. L'inspection par échantillon et la non-vérification des états locatifs sont des limites à l'étendue du travail déclarées au mandat. Ces points sont

consignés dans `verification/chapters/ch48-claims.csv`.

À retenir

- Portefeuille fictif : 48 immeubles, 888 logements, six RMR ; valeur 143 363 000 $, RNE 7 447 030 $, taux pondéré 5,19 % (médiane 5,59 %), RPV 59,8 %, 161 445 $ par logement ; Montréal 45,5 % de la valeur, équivalent de 3,6 régions et 27,5 immeubles de poids égal.
- Les écarts de taux entre régions (de 4,49 % à Montréal à 6,39 % au Saguenay) tiennent à la liquidité et à la profondeur des marchés plus qu'aux loyers ou à l'inoccupation ; ils sont persistants et se modélisent par des effets régionaux.
- Modèle de masse du taux : région (+102 à +209 pb), état (−21 pb par point), taille (−16 pb par doublement), zone inondable (+41 pb), sol (+29 pb) ; $R^2 = 0{,}88$; somme prédite à −0,55 % de la somme des indications ; ratio médian 1,002, COD 3,8 ; cinq immeubles examinés individuellement.
- RNE 2016-2026 : croissance 3,0 % par an (de 1,5 % au Saguenay à 4,8 % à Gatineau), volatilité agrégée 1,3 % contre 3,2 % par immeuble, choc pandémique −2,5 %, corrélation entre immeubles 0,17 due au seul choc commun.
- Dette : RCD agrégé 1,61 (480 mois) mais cinq immeubles sous 1,20 et un sous 1,00 ; 61 % de la dette échoit en 2027-2028 ; à +200 pb, RCD agrégé 1,26, seize immeubles sous 1,20 et 7,4 $ millions d'injection ; à 300 mois d'amortissement, RCD 1,30.
- Monte-Carlo à corrélation régionale (Cholesky, 10 000 tirages) : intervalle à 90 % de −6,9 % à +7,6 % ; VaR à 95 % de 9,9 $ millions contre 14,3 $ millions pour la somme des VaR individuelles (ratio 0,69 ; 0,18 sous indépendance, 1,00 sous corrélation parfaite) ; la diversification réduit le risque propre, non le risque de taux.
- Allocation : rendement total $R + g$, risque simulé et drapeaux ; frontière étroite en risque (4,27 % à 4,36 %), discriminée par la croissance régionale ; recommandations = consultation et valeur d'investissement, non valeur marchande.
- Valeur retenue 143 400 000 $, somme des valeurs individuelles, chaque immeuble considéré séparément ; fourchette de 133,5 $ à 154,2 $ millions ; RPV 59,8 %.

Exercices

Exercice 48.1 — Sommaire d'une région ★

À partir de l'annexe par immeuble (tableau 48.6), reconstituer le sommaire de la région de Sherbrooke : nombre de logements, valeur, revenu net, dette, taux global pondéré, valeur par logement et ratio prêt-valeur. Calculer ensuite la moyenne simple et la médiane des taux des sept immeubles, puis la valeur que l'on obtiendrait en capitalisant le revenu net régional à la moyenne simple. Expliquer l'écart avec la valeur agrégée.

Exercice 48.2 — Un immeuble hors portefeuille ★

Le fonds envisage l'acquisition d'un immeuble de vingt-quatre logements, d'état 3, de quarante-cinq ans, à Trois-Rivières, en zone inondable, dont le revenu net normalisé est de 150 000 $. À l'aide des coefficients du tableau 48.5 et du facteur de Duan, calculer le taux prédit et la valeur prédite ; refaire le calcul hors zone inondable, puis pour le même immeuble situé à Montréal. Exprimer l'effet de la zone inondable en points de base et en pourcentage de la valeur, et vérifier la relation de l'équation (48.9).

Exercice 48.3 — La dette de P45 ★★

L'immeuble P45 (Gatineau, 36 logements, RNE 366 800 $) porte une dette de 5 416 000 $ à 5,17 %, échéant en 2028. Calculer le service annuel de la dette et le ratio de couverture pour un amortissement de 480 mois, puis de 300 mois (composition semestrielle). Calculer le solde à l'échéance (24 mois) sous l'amortissement de 480 mois, le service de la dette et le ratio de couverture si ce solde est renouvelé à 7,17 % sur l'amortissement résiduel, puis la capacité de refinancement du prêteur (RPV 75 % de l'indication individuelle de 7 186 000 $, RCD 1,20) et l'injection de fonds requise. Comparer avec la valeur par régression retenue au chapitre 33 (6 716 534 $) et discuter le choix de la base de valeur du covenant de ratio prêt-valeur.

Exercice 48.4 — Ratios de l'IAAO sur un sous-ensemble ★★

Calculer, pour les dix-sept immeubles montréalais du tableau 48.6, le ratio médian, le ratio pondéré, le COD, le PRD et le PRB des valeurs prédites aux indications individuelles, selon les définitions du chapitre 9. Comparer avec les statistiques du portefeuille (tableau 48.7) et avec les seuils de l'IAAO pour les immeubles à revenus. Expliquer pourquoi un COD de 4 ne doit pas être interprété ici comme il le serait dans une étude de ratio sur ventes, et ce que signifie un PRB négatif de $-0{,}015$ avec une erreur-type de 0,012.

Exercice 48.5 — Croissance d'un immeuble et croissance de sa région ★★

À l'aide de `traite.cas4.croissance_rne` ou de la série de `cas4_portefeuille_series.csv`, estimer la croissance tendancielle et la volatilité annualisée du revenu net de P36 (Québec, 72 logements, zone inondable) et les comparer à la croissance agrégée de la région de Québec (tableau 48.8). Mesurer le choc pandémique de la région selon l'équation (48.8). Calculer le rendement total attendu $R + g$ de P36 et discuter, en une demi-page, si la croissance propre de l'immeuble ou celle de la région doit servir à l'allocation, et pourquoi la différence importe pour un immeuble en zone inondable.

Exercice 48.6 — Un choc de taux généralisé ★★★

Refaire la simulation de la section 48.7 avec une corrélation du choc de taux de 0,90 entre régions et de 0,95 dans une région, les autres paramètres inchangés (10 000 tirages, graine `20261031`), à l'aide de la fonction `simuler_portefeuille` du script du chapitre. Rapporter l'intervalle à 90 %, le coefficient de variation, la VaR à 95 % et le ratio de diversification, et la probabilité que le ratio prêt-valeur dépasse 75 %. Comparer avec le régime déclaré et avec la borne de corrélation parfaite, et expliquer pourquoi le ratio de diversification se rapproche de 1 sans l'atteindre.

Exercice 48.7 — Céder les immeubles en zone inondable ★★★

Le fonds envisage de céder les trois immeubles en zone inondable (P36, P41, P43) à leur indication individuelle, moins 2 % de frais de vente, et de rembourser leur dette. Calculer le produit net de cession, le revenu net perdu et le taux pondéré des immeubles cédés ; puis, pour le portefeuille restant, la valeur, le taux pondéré, le ratio prêt-valeur, le ratio de couverture agrégé (480 mois), et, par simulation (mêmes paramètres et même graine), le coefficient de variation, la VaR à 95 % et le ratio de diversification. La cession réduit-elle le risque du portefeuille ? Dans quelle mesure la réponse dépend-elle de ce que la simulation capte et de ce qu'elle ne capte pas (restriction du droit de reconstruire, assurabilité) ? Distinguer, dans la conclusion, ce qui relève de la valeur marchande et ce qui relève de la valeur d'investissement du fonds.

Pour aller plus loin

Sur l'évaluation de masse et son contrôle, le Standard on Mass Appraisal of Real Property et le Standard on Ratio Studies de l'IAAO (International Association of Assessing Officers 2025 ; International Association of Assessing Officers 2013) restent les références normatives ; Gloudemans et Almy (2011) en donnent le traitement pédagogique le plus complet, et McCluskey et al. (2013) une perspective internationale. Sur le lissage et le bruit des évaluations individuelles qui composent un portefeuille, Geltner (1993) et Clayton et al. (2001) sont indispensables, et Fisher et al. (1994) comparent les méthodes de construction d'indices de valeur à partir d'évaluations. Sur la diversification et le risque de portefeuille, Markowitz (1952), cité en note à la section 48.8, est le texte fondateur ; Geltner et al. (2014) et Baum et al. (2021) transposent le cadre moyenne-variance à l'immobilier et en discutent les limites ; Artzner, Delbaen, Eber et Heath (1999), cités en note à la section 48.7, formalisent les propriétés qu'une mesure de risque devrait posséder et expliquent pourquoi la valeur à risque n'est pas toujours sous-additive. Sur la simulation de Monte-Carlo en évaluation, Hoesli et al. (2006), French et Gabrielli (2005) et French et Gabrielli (2004) proposent des protocoles de déclaration de l'incertitude, et Pyhrr (1973) la lecture historique. Sur les déterminants des taux de capitalisation et leur composante commune, Sivitanidou et Sivitanides (1999), Sivitanides et al. (2003), Chervachidze et Wheaton (2013) et Duca et Ling (2020) fondent l'hypothèse d'un facteur national dominant. Sur l'effet des zones inondables et de la contamination, les travaux de Bin et Polasky (2004), Bernstein et al.

(2019) et Hino et Burke (2021), et les recensions de Jackson (2001) et Simons et Saginor (2006), sont discutés au chapitre 43. Les textes primaires québécois à relire sont le Code civil (art. 1851 à 1978.4) (Québec 1991), la Loi sur la qualité de l'environnement (art. 31.42 à 31.69 et 46.0.2) et le cadre réglementaire des zones inondables en vigueur depuis le 1er mars 2026 (Québec 1972 ; Gouvernement du Québec 2026c ; Québec 2026d), et les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024).

PARTIE X

Annexes

A

Glossaire français–anglais

Ce glossaire réunit les termes que l'ouvrage définit ou emploie de façon technique, avec leur équivalent dans le vocabulaire professionnel nord-américain (Appraisal Institute, Institut canadien des évaluateurs) et international (IVS). Chaque entrée donne le terme français en gras, l'équivalent anglais en italique, une définition d'une à trois phrases cohérente avec le chapitre où la notion est introduite, et le renvoi à ce chapitre entre parenthèses ; les définitions sont celles de l'ouvrage et renvoient aux chapitres, qui citent les sources. Le glossaire ne cite donc aucune référence bibliographique et ne reproduit aucune définition de norme protégée. Un tiret long (—) dans la deuxième colonne signale un terme propre au droit ou aux institutions du Québec pour lequel il n'existe pas d'équivalent anglais établi dans la pratique nord-américaine ; les lois québécoises sont données avec leur titre anglais officiel.

Usage des sigles.. L'ouvrage emploie les sigles français et donne le sigle anglais une fois entre parenthèses à la première occurrence : revenu brut potentiel (RBP, *PGI*), revenu brut effectif (RBE, *EGI*), revenu net d'exploitation (RNE, *NOI*), ratio de couverture de la dette (RCD, *DSCR*), ratio prêt-valeur (RPV, *LTV*), taux de rendement interne (TRI, *IRR*), valeur actuelle nette (VAN, *NPV*), multiplicateur du revenu brut (MRB, *GIM*), plus haute et meilleure utilisation (PHMU, *HBU*) ; le taux global de capitalisation est aussi appelé taux global d'actualisation (TGA) dans l'usage québécois, ce que l'anglais nomme *overall capitalization rate*. Dans les équations, les macros de l'ouvrage conservent les symboles usuels (*RNE*, *RCD*, *RPV*, *VAN*, *TRI*) pour rester lisibles par le lecteur des manuels anglophones ; les conventions de calcul sont rappelées à l'annexe D. Les sigles d'institutions (OEAQ, SCHL, TAL, TAQ, MEFQ, BSIF, OACIQ) et de lois (LFM, LAU, LPTAA, LQE, C.c.Q.) figurent au glossaire sous leur sigle ou sous le titre de la loi. Le tri alphabétique ne tient pas compte des accents ni de la casse.

Tableau A.1. Glossaire français–anglais des termes de l'ouvrage, avec renvoi au chapitre principal

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
A		
acheteur type	*typical buyer*	Profil de ménage ou d'investisseur le plus susceptible d'acquérir le sujet ; son identification délimite le marché, les biens substituables et les comparables admissibles. (chapitres 15 et 16)
acte de vente	*deed of sale*	Acte publié au registre foncier qui identifie les parties, désigne l'immeuble par ses lots, énonce le prix et ses modalités, stipule la garantie et énumère les meubles inclus ; trace juridique de la transaction. (chapitres 6 et 13)
adoption échelonnée	*staggered adoption*	Plan d'identification dans lequel les unités sont exposées au traitement à des dates différentes et se répartissent en cohortes ; les estimateurs à effets fixes bidirectionnels y sont biaisés par des « comparaisons interdites ». (chapitre 36)
adresse civique normalisée	*standardized civic address*	Adresse ramenée à une forme unique (numéro, générique, nom de voie, appartement) pour servir de clé d'appariement entre le rôle, le registre foncier et les fiches de courtage ; clé commune mais la moins fiable. (chapitres 13 et 14)
âge chronologique	*actual age, chronological age*	Temps écoulé depuis la construction d'un bâtiment ou l'installation d'une composante ; il se distingue de l'âge effectif, qui tient compte de l'état. (chapitres 11 et 24)
âge effectif	*effective age*	Âge d'une composante ou d'un bâtiment typique qui serait dans le même état que celui observé ; inférieur à l'âge chronologique si l'entretien a été supérieur à la normale, supérieur dans le cas contraire. C'est lui qui entre dans la méthode âge-vie. (chapitres 11 et 24)
aire au sol et aire des étages (MEFQ)	*ground floor area ; gross floor area*	Au sens du Manuel d'évaluation foncière du Québec, surface brute de la projection au sol de tous les niveaux du bâtiment et somme des aires brutes des étages (mezzanines et attiques exclus), mesurées à la face externe des murs. (chapitre 12)
ajustement	*adjustment*	Montant A_{jk} ajouté au prix d'un comparable pour neutraliser sa différence avec le sujet sur un élément de comparaison ; positif lorsque le sujet est supérieur au comparable. Les ajustements de transaction sont appliqués en pourcentage, puis les ajustements de propriété en dollars. (chapitres 16 et 17)
ajustement brut	*gross adjustment*	Somme des valeurs absolues des ajustements d'un comparable, rapportée à son prix ; mesure l'éloignement total du comparable par rapport au sujet et guide la pondération. (chapitres 16 et 17)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
ajustement de conditions du marché	*market conditions adjustment, time adjustment*	Ajustement qui transporte le prix d'une vente ancienne à la date d'évaluation au moyen du rapport des indices de prix aux deux dates ; souvent le plus important de la grille. (chapitres 17 et 35)
ajustement net	*net adjustment*	Somme algébrique des ajustements d'un comparable, rapportée à son prix ; un ajustement net élevé signale un comparable systématiquement inférieur ou supérieur au sujet. (chapitres 16 et 17)
ajustements de propriété	*property adjustments*	Ajustements qui corrigent les différences entre les biens : localisation, caractéristiques physiques, caractéristiques économiques, usage, éléments non immobiliers ; appliqués additivement, en dollars, après les ajustements de transaction. (chapitre 17)
ajustements de transaction	*transactional adjustments*	Ajustements qui corrigent le prix des circonstances de la vente : droits transmis, financement, conditions de vente, dépenses engagées immédiatement après l'achat, conditions du marché ; appliqués séquentiellement, en pourcentage. (chapitre 17)
allocation (méthode d')	*allocation method*	Méthode d'évaluation du terrain qui applique à la valeur de la propriété bâtie une proportion typique de la valeur attribuable au terrain, observée sur des ventes de terrains et de propriétés comparables. (chapitre 25)
aménité	*amenity*	Caractéristique désirable d'un emplacement (vue, parc, accès à l'eau, écoles) que le marché paie ; son contraire est l'externalité négative. Dans l'analyse des risques, l'aménité « confondue » avec l'exposition (riveraineté et inondation) biaise les comparaisons. (chapitres 5 et 43)
amortissement (période d')	*amortization period*	Nombre de périodes sur lequel le paiement constant d'un prêt est calculé pour que le capital soit entièrement remboursé ; à distinguer du terme, durée pendant laquelle le taux est fixé. (chapitre 31)
analyse relative	*relative comparison analysis*	Méthode d'ajustement qualitatif : chaque comparable est noté inférieur, égal ou supérieur au sujet sur chaque élément, et sa position d'ensemble résulte du bilan de ces jugements ; elle mène à l'encadrement de la valeur. (chapitre 17)
ancrage (biais d')	*anchoring bias*	Tendance à former une estimation à partir d'une valeur initiale (prix demandé, valeur au rôle, évaluation antérieure) puis à l'ajuster insuffisamment ; biais cognitif le plus documenté chez les évaluateurs. (chapitres 1 et 10)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
APCIQ	*QPAREB (Quebec Professional Association of Real Estate Brokers)*	Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec ; publie, à partir du système Centris, les ventes conclues par courtier, les prix médians, les délais de vente et les inscriptions en vigueur ; données d'industrie soumises à attribution. (chapitres 4 et 13)
apprentissage automatique	*machine learning*	Famille de méthodes qui apprennent une fonction de prédiction à partir des données en minimisant le risque de prédiction hors échantillon ; arbres, forêts aléatoires et boosting en sont les exemples retenus pour les prix immobiliers. (chapitre 37)
attestation (du rapport)	*certification*	Déclaration signée, exigée des douze éléments du rapport écrit par les normes de pratique, par laquelle l'évaluateur affirme l'exactitude des faits, son indépendance et l'absence d'intérêt dans le bien évalué. (chapitre 10)
attestation du syndicat sur l'état de la copropriété	—	Document que le vendeur d'une fraction doit remettre au promettant acheteur, délivré par le syndicat, décrivant notamment le fonds de prévoyance, les contributions, les travaux, les sinistres et les litiges ; obligatoire depuis août 2025. (chapitres 7 et 42)
autres revenus	*other income, miscellaneous income*	Produits de l'immeuble qui ne sont pas des loyers de logements : stationnements loués séparément, buanderie, rangements, antennes ; ils s'ajoutent au revenu brut effectif. (chapitre 27)
B		
bail	*lease*	Contrat par lequel le locateur procure au locataire, moyennant un loyer, la jouissance d'un bien pendant un certain temps ; le bail de logement est d'ordre public et donne droit au maintien dans les lieux. (chapitres 2 et 26)
bande d'investissement	*band of investment*	Décomposition du taux global en moyenne pondérée de la constante hypothécaire et du rendement courant des fonds propres, les poids étant la part financée et la part en fonds propres : $R = Mf + (1 - M)R_E$. (chapitre 29)
base de valeur	*basis of value*	Énoncé des hypothèses fondamentales sous lesquelles une valeur est estimée : parties présumées, conditions de négociation, information, délai et date. Valeur marchande, valeur d'investissement, valeur équitable et valeur de liquidation sont des bases distinctes. (chapitres 1 et 2)
bien amélioré	*property as improved*	Second volet de l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation : on se demande si les constructions existantes doivent être conservées, modifiées, converties ou démolies. (chapitre 41)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
boosting	*gradient boosting*	Méthode qui additionne séquentiellement des arbres peu profonds, chacun ajusté aux pseudo-résidus de la somme des précédents, avec un taux d'apprentissage ; interprétable comme une descente de gradient fonctionnelle. (chapitre 37)
bootstrap	*bootstrap*	Rééchantillonnage avec remise de l'échantillon observé pour estimer la distribution d'un estimateur sans hypothèse sur la loi des données ; appliqué aux comparables, il donne la dispersion de la valeur réconciliée. (chapitre 20)
C		
cadastre	*cadastre, land survey system*	Plan officiel qui découpe le territoire en lots numérotés, en indique les limites, les mesures et la contenance, et sert de base à la publicité des droits ; au Québec, le plan cadastral est présumé exact. (chapitre 7)
CAPEX (dépenses en capital)	*capital expenditures (CAPEX)*	Dépenses ponctuelles qui prolongent la vie ou accroissent la valeur de l'immeuble (toiture, fenêtres, structure) ; traitées explicitement dans les flux actualisés, sans double compte avec la réserve de remplacement. (chapitres 28 et 30)
capitalisation directe	*direct capitalization*	Méthode du revenu qui convertit le revenu net d'exploitation prospectif de la première année en valeur par un taux global extrait du marché : $V_0 = RNE_1 / R$. (chapitre 29)
certificat de localisation	*certificate of location*	Document de l'arpenteur-géomètre montrant le lot, les bâtiments, leurs dimensions hors tout, leur position par rapport aux limites et les servitudes ; meilleure source d'une aire au sol. (chapitres 7 et 12)
chaîne des titres	*chain of title*	Suite des actes translatifs de propriété, du plus ancien au plus récent, qui établit que le vendeur tient son droit d'un auteur légitime ; se lit à l'index des immeubles avec les charges publiées. (chapitres 6 et 7)
classes d'intensité (zones inondables)	*flood hazard classes*	Quatre classes (très élevée, élevée, modérée, faible) des cartographies québécoises de nouvelle génération, obtenues en croisant la probabilité d'inondation sur vingt-cinq ans et la profondeur d'eau ; elles remplacent les zones de grand et de faible courant. (chapitres 38 et 43)
Code civil du Québec (C.c.Q.)	*Civil Code of Québec*	Loi fondamentale du droit privé québécois : biens et immeubles, propriété et démembrements, copropriété, vente et garanties, bail de logement, hypothèques et publicité des droits. (chapitres 2 et 6)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
coefficient d'occupation du sol (COS)	*floor area ratio (FAR)*	Rapport maximal entre l'aire de plancher et la superficie du terrain fixé par le règlement de zonage ; il borne l'aire constructible et donc la valeur brute de développement. (chapitres 8 et 41)
coefficient de dispersion (COD)	*coefficient of dispersion (COD)*	Écart absolu moyen des ratios valeur/prix à leur médiane, en pourcentage de celle-ci ; mesure de l'uniformité horizontale d'une évaluation de masse selon les normes de l'IAAO. (chapitres 9 et 18)
comparable	*comparable sale*	Transaction, conclue sur le même marché que le sujet et à une date proche de la date d'évaluation, d'un immeuble qui aurait constitué pour l'acheteur type un substitut acceptable ; ses différences avec le sujet doivent être peu nombreuses et quantifiables. (chapitre 16)
conflit d'intérêts	*conflict of interest*	Situation où l'intérêt personnel de l'évaluateur ou celui d'un tiers peut influencer son opinion ; le Code de déontologie exige la divulgation écrite et, pour l'évaluateur municipal, interdit certaines expertises sur le territoire dont il tient le rôle. (chapitre 10)
constante hypothécaire	*mortgage constant*	Service annuel de la dette rapporté au capital emprunté ; dépend du taux et de la période d'amortissement et entre dans la bande d'investissement. (chapitres 29 et 31)
contrefactuel	*counterfactual*	Résultat qu'aurait connu une unité traitée en l'absence du traitement ; inobservable, il est estimé par les plans d'identification causale. (chapitre 36)
contribution pour fins de parcs	*parkland dedication*	Cession de terrain, servitude ou somme que la municipalité peut exiger comme condition d'un permis de lotissement ou de construction, plafonnée par la loi à dix pour cent de la superficie et de la valeur du site. (chapitres 8 et 23)
contrôle synthétique	*synthetic control*	Témoin construit comme la combinaison convexe des unités non traitées (donneurs) qui reproduit le mieux la trajectoire de l'unité traitée avant le traitement ; l'inférence passe par des placebos dans l'espace. (chapitre 36)
conversion en copropriété divise	*condominium conversion*	Division d'un immeuble locatif en fractions vendues séparément ; soumise à l'autorisation du Tribunal administratif du logement, interdite dans l'agglomération de Montréal sauf dérogation, et rentable seulement si la prime de conversion est positive. (chapitre 42)
copropriété divise	*divided co-ownership, condominium*	Modalité de la propriété établie par la publication d'une déclaration : chaque copropriétaire détient une fraction composée d'une partie privative et d'une quote-part des parties communes, et le syndicat administre l'immeuble. (chapitres 7 et 42)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
copropriété indivise	*undivided co-ownership*	Propriété de plusieurs personnes sur un même bien sans division matérielle : chaque indivisaire détient une part abstraite de tout l'immeuble ; la part s'évalue souvent avec une décote d'indivision. (chapitres 6 et 7)
cotisation spéciale	*special assessment*	Contribution extraordinaire votée par le syndicat de copropriété pour des travaux ou des dépenses non couverts par le budget et le fonds de prévoyance ; une cotisation votée mais impayée est un passif de la fraction. (chapitres 7 et 42)
coût	*cost*	Somme des dépenses nécessaires pour produire le bien (terrain, viabilisation, construction, honoraires, financement, rémunération du promoteur) ; une dépense, à distinguer du prix (un fait) et de la valeur (une opinion). (chapitres 1 et 2)
coût d'usage	*user cost of housing*	Coût annuel de la propriété pour un occupant : prix multiplié par la somme du taux d'intérêt, des taxes et de la dépréciation, moins la plus-value anticipée ; le ménage est indifférent entre louer et posséder lorsqu'il égale le loyer. (chapitres 1 et 3)
coût de correction	*cost to cure*	Coût des travaux qui corrigent un défaut (remblai de pyrite, sol contaminé, dégât d'eau) ; dépréciation curable dans la méthode du coût et première composante de la perte de valeur liée à un risque environnemental. (chapitres 24 et 43)
coût de remplacement	*replacement cost*	Coût estimé, à la date d'évaluation, de la construction d'un bâtiment d'utilité équivalente selon les matériaux, techniques, normes et conception courants ; base du coût neuf retenue par défaut dans l'ouvrage. (chapitre 21)
coût de reproduction	*reproduction cost*	Coût estimé, à la date d'évaluation, d'une réplique exacte du bâtiment, mêmes matériaux, conception et qualité d'exécution, carences et surabondances comprises ; en règle générale supérieur ou égal au coût de remplacement. (chapitre 21)
coût net d'occupation	*net cost of occupancy*	Pour un propriétaire-occupant de plex, service de la dette plus dépenses et coût d'opportunité de la mise de fonds, moins les loyers nets des autres logements ; se compare au loyer d'un logement équivalent. (chapitres 32 et 46)
coût neuf	*cost new*	Coût de reproduction ou de remplacement des améliorations à la date d'évaluation, comprenant les coûts directs, les coûts indirects et l'incitatif de l'entrepreneur. (chapitres 21 et 23)
coûts de vente	*selling costs, disposition costs*	Commissions, frais juridiques et autres frais déduits du produit de la revente ; ils réduisent la valeur terminale dans les flux actualisés. (chapitre 30)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
coûts directs	*direct costs, hard costs*	Coûts des matériaux, de la main-d'œuvre, de l'équipement et des sous-traitants incorporés à l'ouvrage ou nécessaires sur le chantier, frais généraux de chantier compris. (chapitres 21 et 23)
coûts indirects	*indirect costs, soft costs*	Coûts du projet qui ne se matérialisent pas dans l'ouvrage : honoraires, études et permis, assurances et cautionnements, financement intérimaire, frais juridiques, taxes non récupérables, mise en marché. (chapitres 21 et 23)
CUSPAP	*Canadian Uniform Standards of Professional Appraisal Practice*	Normes de l'Institut canadien des évaluateurs (AACI, CRA) ; l'édition 2026 est en vigueur depuis le 1er avril 2026 et se déclare conforme aux IVS. (chapitre 10)
D		
date de référence (du rôle)	*valuation date (assessment roll), base date*	Date à laquelle les conditions du marché sont fixées pour un rôle d'évaluation foncière : le 1er juillet du deuxième exercice précédant le premier exercice du rôle triennal. (chapitres 1 et 9)
décalage spatial	*spatial lag*	Moyenne pondérée des valeurs des voisins d'une observation, $(\mathbf{W}\mathbf{y})_i$, obtenue avec une matrice de pondération standardisée en ligne ; régresseur du modèle SAR. (chapitre 19)
déclaration de copropriété	*declaration of co-ownership*	Acte publié qui établit la copropriété divise ; comprend l'acte constitutif, le règlement de l'immeuble et l'état descriptif des fractions, et fixe la valeur relative de chaque fraction. (chapitre 7)
déclarations du vendeur (DV)	*seller's declaration*	Formulaire obligatoire de l'OACIQ pour la vente par une personne physique d'un immeuble résidentiel de moins de cinq logements, recensant notamment l'année de construction, les baux, les servitudes, l'état des composantes et les sinistres ; la DVD vise la copropriété divise. (chapitres 6 et 11)
décote d'indivision	*fractional interest discount*	Rabais appliqué à la quote-part de la valeur de l'immeuble entier pour tenir compte de l'absence de contrôle et de liquidité d'une part indivise. (chapitre 6)
déficit de capitalisation	*reserve fund shortfall*	Différence entre le solde que le fonds de prévoyance devrait détenir pour que la cotisation actuelle suffise aux travaux prévus et le solde qu'il détient ; passif latent qui réduit la valeur des fractions. (chapitre 7)
déficit de loyer	*loss to lease*	Différence entre le revenu brut potentiel aux loyers de marché et le revenu brut potentiel contractuel ; mesure du retard des baux en place sur le marché. (chapitres 26 et 27)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
délai d'exposition	*exposure time*	Durée, rétrospective, pendant laquelle le bien est présumé avoir été offert sur le marché avant la vente hypothétique à la date d'évaluation ; condition de la valeur marchande, distincte du délai de commercialisation prospectif. (chapitres 2 et 10)
délai de vente	*days on market*	Durée médiane entre l'inscription d'une propriété et l'acceptation de la promesse d'achat ; indicateur de tension du marché, presque toujours inférieur au nombre de mois d'inventaire. (chapitres 4 et 15)
démembrement du droit de propriété	*dismemberment of ownership, partial interest*	Droit réel détaché de la propriété et conféré à un tiers : usufruit, usage, servitude, emphytéose ; les normes exigent que les démembrements soient identifiés dans la substance de l'évaluation. (chapitres 2 et 6)
démolition-reconstruction (vente de)	*teardown sale*	Vente d'une propriété achetée pour être démolie ; son prix est celui du terrain nu diminué du coût de démolition, ce qui permet d'extraire la valeur du terrain dans les quartiers bâtis. (chapitres 25 et 41)
dépendance spatiale	*spatial dependence, spatial autocorrelation*	Situation où la covariance entre les erreurs ou les variables dépendantes de deux observations est fonction de leur position relative : des résidus de même signe se regroupent (positive) ou alternent (négative). (chapitre 19)
dépenses d'exploitation	*operating expenses*	Débours périodiques qu'un propriétaire typique engage pour maintenir le revenu brut effectif et l'état de l'immeuble : taxes, assurances, énergie, entretien, gestion ; excluent le service de la dette, l'impôt, l'amortissement comptable et les dépenses en capital. (chapitre 28)
dépréciation	*depreciation*	Écart, à la date d'évaluation, entre le coût neuf des améliorations et leur contribution à la valeur ; se décompose en dépréciation physique, désuétude fonctionnelle et désuétude externe, chacune curable ou incurable. (chapitre 24)
dépréciation physique	*physical deterioration*	Perte de valeur due à l'usure, aux intempéries et au vieillissement des composantes ; curable si le coût de correction est inférieur à la valeur restituée, incurable sinon. (chapitres 11 et 24)
dérogation mineure	*minor variance*	Autorisation individuelle accordée par le conseil municipal, après avis du comité consultatif d'urbanisme, de s'écarter d'une norme de zonage ou de lotissement autre que l'usage et la densité, à condition d'un préjudice sérieux pour le demandeur. (chapitre 8)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
dérogatoire (usage ou construction)	*nonconforming use or building*	Usage ou construction qui ne respecte pas le règlement de zonage en vigueur ; protégé par droits acquis s'il existait légalement avant la disposition qui le rend dérogatoire et n'a pas été interrompu au-delà de la période prévue. (chapitre 8)
désuétude externe	*external obsolescence*	Perte de valeur causée par des facteurs extérieurs au bien : localisation, conjoncture, nuisances, encadrement réglementaire ; toujours incurable et mesurée par ventes appariées ou capitalisation de la perte de revenu. (chapitres 24 et 43)
désuétude fonctionnelle	*functional obsolescence*	Perte de valeur due à une carence ou à une surabondance de la conception, des matériaux ou des équipements par rapport aux normes du marché ; curable ou incurable selon que la correction est économiquement justifiée. (chapitres 21 et 24)
dette (service de la)	*debt service*	Somme annuelle des paiements d'intérêts et de capital d'un prêt hypothécaire ; dénominateur du ratio de couverture de la dette. (chapitre 31)
diligence raisonnable	*due diligence*	Ensemble des vérifications documentaires, physiques et juridiques qu'un évaluateur prudent effectue, dans les limites de l'étendue du travail, pour s'assurer que les revenus, les dépenses, l'état et le statut juridique retenus correspondent à la réalité. (chapitre 33)
distribution a posteriori	*posterior distribution*	Loi des paramètres après observation des données, proportionnelle au produit de la vraisemblance et de la distribution a priori ; résumée par ses moyennes, écarts-types et intervalles de crédibilité. (chapitre 39)
distribution a priori	*prior distribution*	Loi qui résume ce que l'on sait des paramètres avant d'observer les données ; peut être faiblement informative ou informative (information d'expert). (chapitre 39)
distribution prédictive a posteriori	*posterior predictive distribution*	Loi du prix d'un bien non observé obtenue en moyennant la distribution du prix à paramètres donnés sur la distribution a posteriori des paramètres. (chapitre 39)
doubles différences	*difference-in-differences (DiD)*	Estimateur qui compare la variation du résultat des unités traitées à celle des unités témoins autour de la date du traitement ; identifié sous l'hypothèse des tendances parallèles. (chapitres 8 et 36)
droit du locataire	*leasehold interest*	Avantage que procure au locataire un loyer inférieur au marché pendant la durée de son occupation ; sa valeur est positive, nulle ou négative selon le signe de l'écart. (chapitres 2 et 26)
droit du locateur	*leased fee interest*	Droit du propriétaire grevé de baux : il perçoit les loyers contractuels tant que les baux courent, puis retrouve la disposition du bien ou la faculté de relouer au marché. (chapitres 2 et 26)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
droit évalué	*property rights appraised*	Ensemble des prérogatives dont la valeur est recherchée dans un mandat (pleine propriété libre ou grevée de baux, part indivise, fraction, usufruit, emphytéose), décrit par ce qu'il comprend, les charges qui le grèvent et sa durée. (chapitre 2)
droit réel	*real right*	Droit qui porte directement sur un bien et est opposable à tous (propriété, usufruit, servitude, emphytéose, hypothèque) ; l'objet d'une évaluation immobilière est un droit réel sur un immeuble. (chapitres 2 et 6)
droits acquis	*acquired rights, grandfathered rights*	Protection d'un usage ou d'une construction dérogatoire qui existait légalement avant la disposition qui le rend dérogatoire ; leur extinction possible agit comme une majoration du taux de capitalisation du surplus de revenu. (chapitre 8)
droits de mutation	*land transfer duties*	Droit municipal perçu lors du transfert d'un immeuble, calculé par tranches sur la plus élevée de la contrepartie et de la valeur marchande (valeur au rôle multipliée par le facteur comparatif) ; dit « taxe de bienvenue ». (chapitres 6 et 9)
duplex	*duplex*	Au sens du Recensement, logement dans un bâtiment de deux logements superposés ; dans l'usage, plex de deux logements. (chapitres 4 et 32)
E		
écart contractuel-marché	*rent gap*	Différence entre le loyer de marché et le loyer contractuel d'un logement ; son complément relatif est le rapport de loyer ou ratio contractuel. (chapitres 26 et 34)
effet de levier	*leverage effect*	Amplification de la variation d'une grandeur résiduelle : la valeur du terrain, différence entre la valeur totale et le coût déprécié, réagit à toute variation de la valeur totale par le rapport V/V_L ; même mécanisme pour le résidu de développement et pour les fonds propres financés par dette. (chapitres 25, 31 et 41)
effet direct, indirect et total	*direct, indirect and total effects*	Dans un modèle à décalage spatial, décomposition de l'effet d'une variation d'un régresseur : sur le prix de l'observation elle-même (direct), sur les voisines par rétroaction (indirect) et somme des deux (total). (chapitre 19)
effet fixe	*fixed effect*	Paramètre propre à une unité (immeuble) ou à une période, absorbant tout ce qui est constant dans cette dimension ; éliminé par la transformation within. Les effets fixes bidirectionnels (TWFE) combinent les deux. (chapitres 36 et 39)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
effet moyen du traitement sur les traités (ATT)	*average treatment effect on the treated (ATT)*	Espérance de la différence entre le résultat observé et le résultat contrefactuel pour les unités effectivement exposées au traitement ; paramètre cible des doubles différences. (chapitre 36)
emphytéose	*emphyteusis*	Démembrement qui permet d'utiliser pleinement l'immeuble d'autrui pendant dix à cent ans, à charge d'y faire des constructions ou ouvrages qui en augmentent durablement la valeur. (chapitre 2)
encadrement (de la valeur)	*bracketing*	Situation où les comparables se répartissent de part et d'autre du sujet, de sorte que la valeur se situe entre le prix le plus élevé des comparables inférieurs et le prix le plus bas des comparables supérieurs. (chapitre 17)
encadrement des loyers	*rent regulation*	Régime québécois fondé sur le droit au maintien dans les lieux et la fixation judiciaire du loyer par le Tribunal administratif du logement en cas de désaccord, sans plafond réglementaire général. (chapitres 4 et 34)
ensemble immobilier	*real estate complex*	Au sens de la Loi sur le Tribunal administratif du logement, plusieurs immeubles voisins comptant ensemble plus de douze logements, sous administration commune et partageant un élément. (chapitres 7 et 33)
équilibration	*equalization (assessment roll)*	Opération par laquelle l'évaluateur municipal modifie tout ou partie des valeurs du rôle en vigueur pour éliminer le plus possible les écarts entre les proportions des valeurs inscrites aux valeurs réelles ; obligatoire à chaque rôle. (chapitre 9)
état locatif	*rent roll*	Tableau qui recense, à une date donnée, chaque unité louable avec son type, sa superficie, son bail, le loyer contractuel et les services inclus, complété par l'estimation du loyer de marché ; pièce qui fonde le revenu brut potentiel. (chapitres 26 et 27)
étendue du travail	*scope of work*	Description des recherches, inspections et analyses que l'évaluateur a effectuées et de celles qu'il n'a pas effectuées ; élément obligatoire du rapport et borne de la diligence raisonnable. (chapitres 10 et 33)
étude de marché	*market analysis*	Analyse de la demande structurelle, de l'offre concurrente et du rythme d'absorption pour le type de bien du sujet à la date d'évaluation. (chapitre 15)
étude de ratios	*ratio study*	Comparaison, pour un échantillon de ventes, de la valeur estimée au prix observé ; le niveau se mesure par la médiane des ratios, l'uniformité par le COD, le PRD et le PRB. (chapitres 9 et 18)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
étude du fonds de prévoyance	*reserve fund study*	Étude réalisée au moins tous les cinq ans par un professionnel habilité, fondée sur le carnet d'entretien, qui fixe le solde et les versements que le fonds de prévoyance devrait atteindre pour les réparations majeures. (chapitre 7)
évaluateur agréé (É.A.)	*chartered appraiser*	Membre de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec ; titre réservé par le Code des professions, seul habilité à tenir un rôle d'évaluation foncière. (chapitres 4 et 10)
évaluation de masse	*mass appraisal*	Évaluation systématique d'un ensemble d'immeubles à une même date par des procédures normalisées et des modèles statistiques, suivie de tests de qualité ; fondement du rôle foncier et du modèle du portefeuille du cas 4. (chapitres 9, 18 et 48)
évaluation uniformisée	*standardized assessment*	Valeur inscrite au rôle multipliée par le facteur comparatif ; ramène les municipalités à un niveau commun pour les répartitions fiscales et la taxe scolaire. (chapitre 9)
explicabilité	*explainability*	Ensemble des outils (valeurs SHAP, dépendance partielle, importance par permutation) qui décrivent ce qu'un modèle prédictif a appris et pourquoi il prédit telle valeur pour tel bien. (chapitre 37)
externalité	*externality*	Effet, positif ou négatif, de l'environnement d'un immeuble sur sa valeur, non compensé par un prix ; le principe de conformité en est un cas particulier. (chapitres 1 et 5)
extraction (méthode d')	*extraction method*	Méthode d'évaluation du terrain qui retranche du prix d'une propriété bâtie le coût déprécié de ses améliorations ; fiable lorsque la contribution du bâtiment est faible. (chapitre 25)
extraction du taux (de marché)	*market extraction of the capitalization rate*	Estimation du taux global par le rapport du revenu net reconstitué au prix de ventes comparables, avec les mêmes conventions de revenu que pour le sujet. (chapitres 29 et 47)
F		
facteur comparatif	*equalization factor*	Inverse de la proportion médiane du rôle ; multiplie la valeur inscrite pour approcher la valeur marchande à la date de référence et sert à l'évaluation uniformisée et aux droits de mutation. (chapitres 5 et 9)
faisceau de droits	*bundle of rights*	Représentation anglo-américaine de la propriété comme ensemble de prérogatives séparables (user, jouir, disposer, exclure, louer, hypothéquer) ; chaque démembrement détache une branche du faisceau. (chapitre 2)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
financièrement faisable	*financially feasible*	Troisième test de la plus haute et meilleure utilisation : l'usage dégage, après tous les coûts, une valeur résiduelle du terrain positive ou un rendement suffisant. (chapitre 41)
fixation de loyer	*rent setting (by the tribunal)*	Détermination judiciaire du loyer par le Tribunal administratif du logement en cas de refus d'une modification, selon les critères réglementaires (pourcentage de base, taxes, assurances, dépenses d'immobilisation, services). (chapitre 34)
flux actualisés (méthode des)	*discounted cash flow (DCF)*	Méthode du revenu qui actualise, au taux d'actualisation, les flux de trésorerie projetés sur un horizon de plusieurs années et la valeur terminale nette des coûts de vente. (chapitres 30 et 47)
flux avant et après financement	*unlevered and levered cash flows*	Flux de trésorerie avant service de la dette (propriété non grevée, base du taux d'actualisation) et après service de la dette (fonds propres, base du TRI des fonds propres) ; chacun avant ou après impôt. (chapitres 30 et 31)
fonction d'enchère	*bid function*	Montant maximal qu'un acheteur paierait pour un bien de caractéristiques données tout en conservant son niveau d'utilité ; l'enveloppe des fonctions d'enchère et d'offre forme la fonction de prix hédonique. (chapitres 1 et 18)
fonction de prix hédonique	*hedonic price function*	Fonction qui donne le prix de marché d'un logement en fonction de ses caractéristiques ; sa dérivée partielle est le prix implicite de chaque caractéristique. (chapitre 18)
fonds de prévoyance	*contingency fund, reserve fund*	Fonds que le syndicat d'une copropriété divise doit constituer pour les réparations majeures et le remplacement des parties communes, alimenté selon l'étude du fonds de prévoyance. (chapitres 7 et 42)
fonds servant, fonds dominant	*servient tenement, dominant tenement*	Immeuble qui supporte la charge d'une servitude et immeuble qui en bénéficie ; la même servitude diminue la valeur du premier et augmente celle du second, sans que les deux effets se compensent. (chapitre 7)
forêt aléatoire	*random forest*	Moyenne d'arbres de régression estimés sur des échantillons bootstrap, chaque division ne considérant qu'un sous-ensemble aléatoire de variables ; réduit la variance sans surajuster. (chapitre 37)
fourchette de valeur	*value range*	Intervalle à l'intérieur duquel l'évaluateur juge que se situe la valeur marchande, compte tenu des indications, de leurs incertitudes et de l'incertitude de la pondération ; la valeur la plus probable en est le point retenu. (chapitre 20)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
fraction (de copropriété)	*fraction, condominium unit*	Unité de la copropriété divise composée d'une partie privative et d'une quote-part des parties communes, assortie le cas échéant de l'usage exclusif de parties communes à usage restreint. (chapitres 7 et 42)
G		
Garantie de construction résidentielle (GCR)	—	Organisme qui administre le plan de garantie obligatoire des bâtiments résidentiels neufs au Québec (unifamiliales, duplex à quintuplex, petites copropriétés) : parachèvement, malfaçons, vices cachés et vices de conception, avec plafonds réglementaires. (chapitres 11 et 23)
géocodage	*geocoding*	Opération qui associe une coordonnée à une adresse ; sa précision dépend de la source (centroïde de parcelle, interpolation sur le segment de rue) et doit être documentée. (chapitres 14 et 38)
grille d'analyse	*adjustment grid, sales comparison grid*	Tableau qui aligne en colonnes le sujet et chaque comparable et en lignes les éléments de comparaison, avec les ajustements, les prix ajustés et les ajustements bruts et nets ; le cas de la maison de Gatineau en donne l'application complète. (chapitres 16, 17 et 45)
H		
hétérogénéité spatiale	*spatial heterogeneity*	Situation où la relation entre le prix et les caractéristiques varie d'un lieu à l'autre (coefficients, variance ou forme fonctionnelle) ; traitée par sous-marchés ou régression géographiquement pondérée. (chapitre 19)
hypothèque	*mortgage, hypothec*	Droit réel accessoire qui grève un immeuble en garantie d'une obligation, constitué par acte notarié et publié au registre foncier ; les prêts hypothécaires canadiens à taux fixe sont composés semestriellement. (chapitres 6 et 31)
hypothèse de base	*ordinary assumption*	Supposition courante tenue pour vraie sauf indication contraire : titres valides, renseignements exacts, conformité réglementaire, absence de contamination sauf indice. (chapitres 2 et 10)
hypothèse extraordinaire	*extraordinary assumption*	Supposition propre au mandat portant sur un fait incertain dont la fausseté changerait matériellement la conclusion ; doit être divulguée avec son incidence sur la valeur et rappelée à chaque énoncé de la conclusion. (chapitres 2, 10 et 11)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
I		
identification causale	*causal identification*	Ensemble des hypothèses et des plans (effets fixes, doubles différences, discontinuité, contrôle synthétique) qui permettent d'interpréter une association comme l'effet d'un traitement. (chapitre 36)
immatriculation	*cadastral registration*	Opération par laquelle un immeuble reçoit un numéro de lot distinct au plan cadastral ; condition de la publication des droits au registre foncier. (chapitre 7)
immeuble de six logements et plus	*multi-unit residential building (6+ units)*	Immeuble d'habitation locatif d'au moins six logements détenu comme un placement ; relève du financement commercial, échappe au formulaire de déclarations du vendeur et se forme sur le marché des investisseurs. (chapitre 33)
incertitude	*uncertainty*	Ignorance de l'évaluateur quant à la valeur vraie d'un intrant ou d'un résultat à la date d'évaluation ; distinguée du risque, possibilité qu'une réalisation future s'écarte de ce qui était attendu. (chapitres 20 et 40)
incitatif de l'entrepreneur	*entrepreneurial incentive*	Rémunération anticipée du risque et de la coordination du promoteur, distincte du profit constaté ; composante du coût neuf calculée sur les coûts directs et indirects. (chapitres 21 et 23)
indication de valeur	*value indication*	Estimation de la valeur produite par une méthode donnée sous des hypothèses déclarées, entachée d'une erreur dont la variance et le biais dépendent de la méthode et des données ; la réconciliation en fait une conclusion. (chapitre 20)
indice de prix à qualité constante	*constant-quality price index*	Rapport entre les prix espérés à deux dates d'un logement de caractéristiques fixées ; mesuré par les méthodes hédonique, des ventes répétées ou du rapport prix sur valeur. (chapitre 35)
indice des prix de la construction de bâtiments (IPCB)	*Building Construction Price Index*	Indice trimestriel de Statistique Canada qui mesure l'évolution des prix des entrepreneurs pour des bâtiments types ; sert à indexer un coût historique. (chapitres 21 et 23)
indice des prix des logements neufs (IPLN)	*New Housing Price Index*	Indice mensuel de Statistique Canada du prix de vente demandé par les constructeurs pour des maisons neuves de caractéristiques constantes, composantes maison et terrain distinguées. (chapitres 4 et 35)
indice Teranet–Banque Nationale	*Teranet–National Bank House Price Index*	Seul indice canadien de prix de revente à qualité constante, fondé sur les ventes répétées enregistrées aux registres fonciers. (chapitre 35)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
inspection d'évaluation	*appraisal inspection*	Observation du bien destinée à établir, à la date d'évaluation, les caractéristiques physiques qui influent sur sa valeur : état des composantes, réparations différées, désuétudes, indices de pathologies ; exigée par les normes sauf circonstances exceptionnelles. (chapitres 10 et 11)
intervalle de confiance	*confidence interval*	Intervalle qui décrit l'incertitude de l'estimation de l'espérance du prix (de la valeur), provenant de l'estimation des paramètres sur un échantillon fini ; plus étroit que l'intervalle de prédiction. (chapitre 20)
intervalle de crédibilité	*credible interval*	Intervalle qui contient la quantité d'intérêt avec une probabilité donnée sous la distribution a posteriori ; à queues égales ou de plus haute densité. (chapitre 39)
intervalle de prédiction	*prediction interval*	Intervalle qui ajoute à la variance d'estimation la variance du bruit de transaction ; décrit la dispersion des prix auxquels le sujet pourrait effectivement se vendre. (chapitres 18 et 20)
IVS	*International Valuation Standards*	Normes internationales d'évaluation publiées par l'IVSC ; l'édition en vigueur (effective le 31 janvier 2025) définit les bases de valeur dans l'annexe d'IVS 102. (chapitres 2 et 10)
J		
juste valeur	*fair value (IFRS 13)*	Prix qui serait reçu pour la vente d'un actif lors d'une transaction normale entre intervenants du marché à la date d'évaluation ; base comptable très proche de la valeur marchande. (chapitre 2)
K		
krigeage ordinaire	*ordinary kriging*	Prédiction d'un résidu en un point non observé par la combinaison linéaire des résidus voisins de variance minimale, à partir du semi-variogramme ajusté. (chapitre 19)
L		
légalement permis	*legally permissible*	Premier test de la plus haute et meilleure utilisation : l'usage est autorisé par le zonage, les servitudes, les restrictions de droit public et les droits acquis. (chapitres 8 et 41)
liquidité	*liquidity*	Arbitrage entre le prix et le délai de vente : un vendeur pressé vend vite et moins cher, un vendeur patient plus cher et plus tard ; propriété d'un marché de recherche et d'appariement. (chapitre 1)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU)	*Act respecting land use planning and development*	Loi québécoise qui organise la planification du territoire : schéma d'aménagement, plan d'urbanisme, règlements de zonage, de lotissement et de construction, dérogations mineures, PIIA et PPCMOI. (chapitre 8)
Loi sur la fiscalité municipale (LFM)	*Act respecting municipal taxation*	Loi québécoise qui régit le rôle d'évaluation foncière : unité d'évaluation, valeur réelle, date de référence, équilibration, proportion médiane, révision et recours, taux variés. (chapitre 9)
Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (LPTAA)	*Act respecting the preservation of agricultural land and agricultural activities*	Loi qui soumet à l'autorisation de la CPTAQ tout usage non agricole, lotissement ou aliénation dans la zone agricole désignée, sous réserve des droits acquis. (chapitres 8 et 25)
lot	*lot*	Portion de territoire délimitée et numérotée au plan cadastral ; clé qui relie le terrain, la fiche du registre foncier et l'unité d'évaluation. (chapitres 7 et 13)
lotissement actualisé (méthode du)	*subdivision development method*	Méthode d'évaluation d'un terrain à développer qui actualise les produits de vente des lots nets des coûts d'aménagement, de vente et de l'incitatif du promoteur sur la durée d'écoulement. (chapitre 25)
loyer brut	*gross rent*	Loyer qui comprend toutes les dépenses de l'immeuble, assumées par le locateur ; par opposition au loyer net. (chapitre 26)
loyer contractuel	*contract rent*	Loyer que le bail en vigueur oblige le locataire à payer à la date d'évaluation, services inclus tels que le bail les définit ; donnée de l'état locatif. (chapitres 13 et 26)
loyer de marché	*market rent*	Loyer le plus probable qu'un nouveau bail du même logement, conclu à la date d'évaluation entre locateur et locataire prudents, informés et sans lien, stipulerait après une mise en marché raisonnable. (chapitres 13 et 26)
loyer économique	*feasibility rent*	Loyer moyen tel que le revenu net d'exploitation après réserve rémunère une valeur de référence au taux global du marché ; seuil de faisabilité d'un immeuble neuf ou rénové. (chapitre 26)
loyer effectif	*effective rent*	Loyer contractuel corrigé des concessions consenties au locataire, étalées sur la durée du bail. (chapitre 26)
loyer net	*net rent*	Loyer qui laisse au locataire une partie des dépenses (taxes, assurances, entretien), par degrés jusqu'au bail « net net net ». (chapitre 26)
M		
marché	*market*	Ensemble des biens substituables pour l'acheteur type du sujet, dont les prix sont liés par la concurrence. (chapitre 15)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
marché institutionnel et marché privé	*institutional market ; private market*	Segments du marché multirésidentiel selon l'acheteur : entités plaçant des capitaux pour des tiers (grands immeubles, portefeuilles) ou particuliers et petits groupes achetant à l'unité. (chapitre 33)
matrice de pondération spatiale	*spatial weights matrix*	Matrice carrée dont l'élément w_{ij} mesure l'intensité du lien entre deux observations (contiguïté, distance, plus proches voisins), à diagonale nulle et généralement standardisée en ligne. (chapitre 19)
matricule	*assessment roll identifier*	Identifiant municipal de l'unité d'évaluation (division, section, emplacement) ; figure dans les fichiers ouverts du rôle et sur l'avis d'évaluation, non dans les actes. (chapitre 13)
mauvaises créances	*bad debts, credit loss*	Loyers exigibles qui ne seront jamais encaissés, nets des sommes recouvrées, plus les frais de recouvrement ; composante de la vacance économique. (chapitre 27)
maximalement productif	*maximally productive*	Quatrième test de la plus haute et meilleure utilisation : parmi les usages permis, possibles et faisables, celui qui confère la valeur la plus élevée. (chapitre 41)
MEFQ	—	Manuel d'évaluation foncière du Québec ; document normatif du ministère auquel renvoie le Règlement sur le rôle, dont les consignes (dossiers de propriété, mesurage, méthodes, équilibration) lient l'évaluateur municipal. (chapitres 9 et 12)
méthode âge-vie	*age-life method*	Estimation de la dépréciation physique par le rapport de l'âge effectif à la vie économique totale appliqué au coût neuf ; la variante modifiée traite d'abord les éléments curables et les composantes à vie courte. (chapitre 24)
méthode du coût	*cost approach*	Méthode qui estime la valeur comme la somme de la valeur du terrain réputé vacant et du coût neuf des améliorations, diminuée de toutes les dépréciations : $\hat{V} = V_L + C_N - D$. (chapitres 21 et 24)
méthode du revenu	*income approach*	Méthode qui estime la valeur d'un immeuble par les revenus qu'il procure : capitalisation directe du revenu net de première année ou actualisation des flux de trésorerie. (chapitres 29 et 30)
méthode résiduelle (de développement)	*residual method, land residual technique*	Méthode qui obtient la valeur du terrain en retranchant de la valeur brute de développement l'ensemble des coûts de construction, indirects, de vente et le profit du promoteur ; très sensible aux prix de sortie. (chapitres 8, 25 et 41)
méthode ventilée	*breakdown method*	Estimation de la dépréciation composante par composante : curable physique au coût de correction, incurable à vie courte et à vie longue par âge-vie, puis désuétudes fonctionnelle et externe. (chapitre 24)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
métré	*quantity take-off*	Relevé méthodique, à partir des plans et du devis, des quantités d'ouvrage nécessaires à la construction, chaque ouvrage étant mesuré dans l'unité qui gouverne son coût. (chapitre 22)
MIUF	*urea-formaldehyde foam insulation (UFFI)*	Mousse isolante d'urée-formaldéhyde injectée dans les murs de nombreuses maisons des années 1970, interdite au Canada depuis 1980 ; pathologie à déclarer et à documenter. (chapitre 11)
modèle à décalage spatial (SAR)	*spatial autoregressive model, spatial lag model*	Modèle où le prix dépend de la moyenne pondérée des prix voisins en plus des caractéristiques ; ses coefficients s'interprètent par effets direct, indirect et total. (chapitre 19)
modèle à erreur spatiale (SEM)	*spatial error model*	Modèle où la dépendance spatiale est placée dans le terme d'erreur, la relation entre prix et caractéristiques restant intacte ; corrige l'inférence sans changer l'interprétation des coefficients. (chapitre 19)
modèle d'évaluation automatisé (AVM)	*automated valuation model*	Système qui produit une estimation de valeur à partir d'une base de données et d'un modèle statistique, sans inspection ni intervention humaine sur chaque immeuble. (chapitre 37)
modèle hédonique	*hedonic model*	Régression du logarithme du prix sur les caractéristiques, les effets temporels et les effets spatiaux : $\ln P_i = \alpha + \mathbf{x}_i^{\top}\beta + \tau_{t(i)} + \mu_{s(i)} + \varepsilon_i$; outil de mesure des prix implicites, des indices et des ajustements. (chapitres 18 et 44)
moindres carrés ordinaires (MCO)	*ordinary least squares (OLS)*	Estimateur de référence du modèle hédonique, qui minimise la somme des carrés des résidus ; ses erreurs-types sont rendues robustes à l'hétéroscédasticité et ses résidus servent aux tests de dépendance spatiale. (chapitres 18 et 19)
mois d'inventaire	*months of inventory*	Rapport du stock d'inscriptions en vigueur au rythme mensuel des ventes ; nombre de mois nécessaires pour écouler le stock au rythme courant, indicateur de tension du marché. (chapitres 3, 4 et 15)
Monte-Carlo par chaînes de Markov (MCMC)	*Markov chain Monte Carlo*	Famille d'algorithmes (dont l'échantillonneur de Gibbs) qui simulent des tirages de la distribution a posteriori au lieu de la calculer ; la qualité se juge par le mélange et la taille d'échantillon effective. (chapitre 39)
multiplicateur du revenu brut (MRB)	*gross income multiplier (GIM)*	Rapport entre le prix et le revenu brut potentiel (ou effectif) ; indicateur de vraisemblance rapide, ignorant les dépenses et l'inoccupation. Le multiplicateur du revenu net (MRN) est l'inverse du taux global. (chapitres 29 et 32)
municipalité régionale de comté (MRC)	*regional county municipality*	Instance régionale qui adopte le schéma d'aménagement et de développement auquel les plans et règlements d'urbanisme locaux doivent se conformer. (chapitre 8)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
N		
normalisation (des dépenses)	*stabilization, normalization of expenses*	Transformation des dépenses déclarées des derniers exercices en dépenses prospectives de première année, représentatives d'un propriétaire typique en régime stable. (chapitres 28 et 47)
Normes de pratique professionnelle (NPP)	—	Normes de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec, composées de règles coercitives et de directives ; elles fixent la substance de l'évaluation (douze éléments) et le contenu minimal du rapport écrit. (chapitre 10)
nue-propriété	*bare ownership*	Propriété dépouillée de l'usufruit ; le nu-propriétaire recouvre la pleine propriété à l'extinction de l'usufruit. (chapitre 2)
O		
OACIQ	—	Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec ; élabore les formulaires obligatoires (promesse d'achat, déclarations du vendeur) approuvés par le ministre. (chapitres 4 et 6)
observation influente	*influential observation*	Observation dont le retrait modifie sensiblement les estimations ; détectée par le levier, les résidus studentisés et la distance de Cook, indépendamment de son caractère aberrant. (chapitre 14)
ocre ferreuse	*iron ochre*	Dépôt gélatineux produit par des bactéries ferrugineuses qui obstrue les drains de fondation ; pathologie régionale des sols sablonneux et des nappes élevées. (chapitre 11)
OEAQ	—	Ordre des évaluateurs agréés du Québec ; ordre professionnel qui encadre les évaluateurs agréés (normes de pratique, Code de déontologie, inspection professionnelle, formation continue). (chapitre 10)
P		
part attribuable au logement	*share attributable to the dwelling*	Dans la fixation de loyer, proportion que le loyer du logement représente dans les revenus de l'immeuble, appliquée aux variations de taxes, d'assurances et aux dépenses d'immobilisation. (chapitre 34)
partie privative, parties communes	*private portion, common portions*	Composantes d'une fraction de copropriété divise : partie dont le copropriétaire a la propriété et l'usage exclusifs, et parties appartenant à tous ; les parties communes à usage restreint sont réservées à certains. (chapitre 7)
physiquement possible	*physically possible*	Deuxième test de la plus haute et meilleure utilisation : la taille, la forme, la topographie, les sols et les services du terrain permettent l'usage. (chapitre 41)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
plan d'urbanisme	*planning program*	Document de planification locale qui traduit le schéma d'aménagement sur le territoire municipal ; les règlements de zonage, de lotissement et de construction lui donnent force contraignante. (chapitre 8)
pleine propriété	*fee simple*	Faisceau complet des prérogatives du propriétaire (user, jouir, disposer) ; lorsqu'elle est libre de baux, base de valeur de référence de toutes les méthodes. (chapitres 2 et 6)
plex	*plex (2 to 5 units)*	Dans l'usage québécois, immeuble résidentiel de deux à cinq logements, le plus souvent superposés avec entrées distinctes (duplex à quintuplex) ; sans définition légale, il recoupe le seuil du courtage résidentiel. (chapitres 4 et 32)
plus haute et meilleure utilisation (PHMU)	*highest and best use*	Usage, parmi ceux qui sont légalement permis, physiquement possibles et financièrement faisables à la date d'évaluation, qui confère au bien la valeur la plus élevée ; analysée pour le terrain réputé vacant et pour le bien amélioré. L'OEAQ parle d'usage le meilleur et le plus profitable. (chapitres 1, 8 et 41)
point mort d'occupation	*break-even occupancy ratio*	Rapport de l'ensemble des décaissements fixes (dépenses, réserve, service de la dette) au revenu brut potentiel ; taux d'occupation en deçà duquel l'immeuble ne couvre plus ses charges. (chapitres 31 et 47)
portefeuille (multirésidentiel)	*multifamily portfolio*	Ensemble d'immeubles détenus et analysés conjointement ; sa valeur agrégée et son incertitude dépendent des corrélations régionales et de la diversification, non de la somme des incertitudes individuelles. (chapitre 48)
prémisse de valeur	*premise of value*	Circonstances de la transaction présumée qui accompagnent la base de valeur : utilisation actuelle, usage le meilleur et le plus profitable, liquidation ordonnée ou forcée. (chapitre 2)
prime de conversion	*conversion premium*	Différence entre la valeur de conversion et la valeur en bloc d'un immeuble locatif ; la conversion n'est la meilleure utilisation que si elle est positive après rémunération du risque. (chapitre 42)
principe d'anticipation	*principle of anticipation*	La valeur est créée par l'attente des avantages futurs, non par les avantages passés ; fondement de la méthode du revenu. (chapitre 1)
principe d'équilibre	*principle of balance*	La valeur est maximale lorsque les facteurs de production (terrain, bâtiment, capital, gestion) sont combinés dans des proportions appropriées. (chapitre 1)
principe de conformité	*principle of conformity*	La valeur d'un immeuble est maximale lorsqu'il s'harmonise avec son voisinage ; cas particulier des externalités. (chapitre 1)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
principe de contribution	*principle of contribution*	La valeur d'une composante est mesurée par ce qu'elle ajoute à la valeur de l'ensemble, non par son coût ; fondement des ajustements et de l'analyse des rénovations. (chapitres 1 et 44)
principe de substitution	*principle of substitution*	Un acheteur informé ne paie pas, pour un bien, davantage que le coût d'acquisition d'un substitut d'utilité équivalente disponible dans un délai raisonnable ; fondement de la méthode de comparaison. (chapitres 1 et 16)
principe des rendements décroissants	*principle of diminishing returns*	L'ajout successif d'unités d'un même facteur accroît la valeur de moins en moins ; il borne la densité et la taille optimales. (chapitre 1)
prix	*price*	Contrepartie en argent convenue entre un vendeur et un acheteur pour le transfert d'un droit sur un immeuble ; un fait constaté dans un acte, à distinguer de la valeur et du coût. (chapitres 1 et 2)
prix ajusté	*adjusted sale price*	Prix d'un comparable après application des ajustements ; mesure bruitée de la valeur du sujet, $P_j^{\text{aj}} = P_j + \sum_k A_{jk}$. (chapitres 16 et 17)
prix implicite	*implicit price, hedonic price*	Dérivée partielle de la fonction de prix hédonique par rapport à une caractéristique ; supplément de prix que le marché associe à une unité de plus de cette caractéristique, toutes choses égales. (chapitre 18)
prix médian	*median price*	Prix du milieu de la distribution des ventes d'une période ; robuste mais sensible à la composition des ventes, d'où la médiane stratifiée et les indices à qualité constante. (chapitres 4 et 35)
prix par logement	*price per unit*	Unité de comparaison la plus utilisée pour les plex et les immeubles locatifs ; ignore la taille et la qualité des logements. (chapitres 32 et 33)
prix unitaire installé	*unit-in-place cost*	Coût, par unité de mesure, d'un ouvrage livré et posé : matériaux, pertes, main-d'œuvre, équipement et frais généraux du corps de métier. (chapitres 22 et 23)
promesse d'achat	*promise to purchase*	Formulaire obligatoire de l'OACIQ par lequel l'acheteur s'engage à acquérir l'immeuble, avec garantie légale sauf stipulation contraire, inspection et annexes (déclarations du vendeur). (chapitre 6)
proportion médiane	*median assessment ratio*	Médiane des ratios valeur inscrite sur prix de vente rajusté d'un échantillon épuré de ventes ; mesure le niveau du rôle par rapport au marché et doit se situer entre 95 et 105 pour cent après équilibration. (chapitre 9)
propriétaire-occupant	*owner-occupant*	Acheteur d'un plex qui y habite un logement ; son coût net d'occupation, sa prime d'occupation et sa faculté de reprise distinguent sa demande de celle de l'investisseur. (chapitres 32 et 46)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
propriété superficiaire	*superficies*	Modalité qui sépare le propriétaire du tréfonds (tréfoncier) du propriétaire des constructions (superficiaire). (chapitre 6)
pyrite	*pyrite*	Sulfure de fer présent dans certains remblais de pierre concassée sous les dalles, dont l'oxydation gonfle et soulève les planchers de sous-sol ; pathologie de la région de Montréal, mesurée par l'indice pétrographique. (chapitre 11)
pyrrhotite	*pyrrhotite*	Sulfure de fer présent dans le granulat du béton lui-même, qui fissure les fondations ; pathologie concentrée en Mauricie et au Centre-du-Québec dont le remède est le remplacement des fondations. (chapitre 11)
Q		
quote-part	*share of common expenses*	Part de chaque fraction dans les parties communes et les charges, égale à sa valeur relative rapportée à la somme des valeurs relatives. (chapitre 7)
R		
rapport de loyer	*rent ratio*	Rapport du loyer contractuel au loyer de marché ; inférieur à un pour un logement sous le marché. Appelé aussi ratio contractuel. (chapitres 26 et 34)
rapport prix sur valeur (SPAR)	*sale price appraisal ratio (SPAR) index*	Indice de prix qui rapporte chaque prix de vente à la valeur d'évaluation foncière du même immeuble à une date de référence commune, neutralisant la composition. (chapitre 35)
rareté	*scarcity*	Limitation de l'offre par rapport à la demande ; le sol est rare par nature, le bâti à court terme. Deuxième facteur de la valeur. (chapitre 1)
ratio de couverture de la dette (RCD)	*debt service coverage ratio (DSCR)*	Rapport du revenu net d'exploitation prospectif de première année au service annuel de la dette ; mesure la capacité du revenu à payer la dette ; la convention de réserve employée doit être déclarée. (chapitre 31)
ratio de dépenses	*operating expense ratio*	Rapport des dépenses d'exploitation et de la réserve au revenu brut effectif ; son complément est la marge nette. (chapitre 28)
ratio prêt-valeur (RPV)	*loan-to-value ratio (LTV)*	Rapport du capital emprunté à la valeur de l'immeuble ; mesure la protection qu'offre la valeur au prêteur en cas de défaut. (chapitre 31)
ratio prix sur loyer	*price-to-rent ratio*	Rapport du prix d'un logement à son loyer annuel de marché ; son inverse est le rendement locatif brut. Indicateur de valorisation. (chapitres 3 et 4)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
réconciliation	*reconciliation*	Étape par laquelle l'évaluateur passe des indications de valeur fournies par les méthodes à une conclusion unique ou en fourchette, en pondérant selon la fiabilité de chaque indication et en justifiant son raisonnement. (chapitre 20)
régime stabilisé	*stabilized operations*	État dans lequel les revenus et les dépenses ont atteint leur niveau de long terme (loyers rattrapés, inoccupation normale) ; l'horizon du DCF doit l'atteindre pour que la valeur terminale soit cohérente. (chapitre 30)
région métropolitaine de recensement (RMR)	*census metropolitan area (CMA)*	Territoire de Statistique Canada formé d'une ou de plusieurs municipalités adjacentes groupées autour d'un noyau de population, comptant au moins 100 000 habitants dont au moins 50 000 dans le noyau ; unité de diffusion des statistiques de prix, de loyers et d'inoccupation. (chapitres 4 et 15)
registre foncier	*land register*	Registre public où sont inscrits les droits réels immobiliers, tenu au Bureau de la publicité foncière, avec un livre foncier par circonscription et un index des immeubles. (chapitres 7 et 13)
règlement de zonage	*zoning by-law*	Règlement municipal qui divise le territoire en zones et y prescrit les usages, la densité, l'implantation et les normes de construction ; premier déterminant de l'usage légalement permis. (chapitre 8)
régression géographiquement pondérée (GWR)	*geographically weighted regression*	Régression locale estimée en chaque point de l'espace à partir des observations voisines pondérées par un noyau de distance ; réponse à l'hétérogénéité spatiale. (chapitre 19)
rendement courant	*cash-on-cash return, equity dividend rate*	Flux de trésorerie avant impôt de première année après service de la dette, rapporté à la mise de fonds ; composante de la bande d'investissement. (chapitres 29 et 31)
rente foncière	*land rent*	Flux annuel que le droit d'utiliser une parcelle permet de dégager, net de la rémunération des facteurs reproductibles ; la valeur du terrain est sa capitalisation. (chapitre 5)
reprise de logement	*repossession of a dwelling (by the owner)*	Faculté du propriétaire personne physique de reprendre un logement pour l'habiter lui-même ou y loger un proche, aux conditions du Code civil ; levier propre au propriétaire-occupant de plex, sauf exceptions protégeant les locataires âgés. (chapitres 32 et 46)
réserve (condition limitative)	*limiting condition*	Énoncé qui délimite ce que l'évaluateur n'a pas fait ou ne garantit pas (titres, mesures, composantes cachées, contaminants) ; ne peut exclure sa responsabilité civile. (chapitres 2 et 10)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
réserve de remplacement	*replacement allowance*	Dotation annuelle qui lisse le coût de renouvellement des composantes à vie courte (électroménagers, revêtements, chauffe-eau) ; incluse dans le revenu net de l'ouvrage, et le taux doit être extrait avec la même convention. (chapitre 28)
revenu brut effectif (RBE)	*effective gross income (EGI)*	Revenu que l'immeuble est censé encaisser la première année, toutes sources confondues, après déduction de l'inoccupation et des mauvaises créances : $RBE = RBP(1 - v) + R_{\text{autres}}$. (chapitre 27)
revenu brut potentiel (RBP)	*potential gross income (PGI)*	Somme annuelle des loyers de tous les logements à pleine occupation, aux loyers contractuels (RBP contractuel) ou aux loyers de marché (RBP au marché) ; leur différence est le déficit de loyer. (chapitre 27)
revenu net d'exploitation (RNE)	*net operating income (NOI)*	Revenu brut effectif diminué des dépenses d'exploitation normalisées et, selon la convention de l'ouvrage, de la réserve de remplacement ; numérateur de la capitalisation directe et du ratio de couverture. (chapitres 28 et 29)
révision (demande de)	*request for administrative review*	Recours administratif contre une inscription au rôle, déposé sur formule prescrite avant le 1er mai suivant l'entrée en vigueur du rôle ; précède le recours au Tribunal administratif du Québec. (chapitre 9)
RICS (Red Book)	*RICS Valuation — Global Standards*	Normes de la Royal Institution of Chartered Surveyors, en vigueur depuis le 31 janvier 2025, qui incorporent les IVS ; référence internationale pour les conditions du mandat et le rapport. (chapitre 10)
risque	*risk*	Possibilité que la réalisation future d'une variable (loyer, taux, dépense) s'écarte de ce qui était attendu ; distingué de l'incertitude et mesuré par la simulation, la valeur à risque et les stress tests. (chapitre 40)
rôle d'évaluation foncière	*assessment roll*	Inventaire triennal des unités d'évaluation d'une municipalité avec leur valeur réelle à la date de référence, dressé par l'évaluateur municipal selon la Loi sur la fiscalité municipale et le MEFQ ; source de masse pour l'évaluateur. (chapitres 9 et 13)
rotation (des locataires)	*tenant turnover*	Proportion annuelle des logements qui changent de locataire ; gouverne la vitesse du rattrapage des loyers contractuels vers le marché dans les projections. (chapitres 30 et 34)
S		
SCHL	*CMHC (Canada Mortgage and Housing Corporation)*	Société canadienne d'hypothèques et de logement ; assureur hypothécaire public (programme APH Select pour les immeubles collectifs) et source de l'Enquête sur les logements locatifs. (chapitres 4 et 31)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
servitude	*servitude, easement*	Charge imposée sur un immeuble (fonds servant) en faveur d'un autre immeuble (fonds dominant) appartenant à un propriétaire différent ; s'établit par contrat, testament, destination du propriétaire ou loi, jamais par possession. (chapitres 2 et 7)
SHAP (valeurs)	*SHAP values (SHapley Additive exPlanations)*	Décomposition de la prédiction d'un modèle pour une observation en contributions additives de chaque variable, fondée sur la valeur de Shapley ; calculée exactement pour les arbres par TreeSHAP. (chapitre 37)
SIG	*GIS (geographic information system)*	Système d'information géographique ; logiciel et données (vectorielles, matricielles) permettant jointures spatiales, tampons, distances et cartes. (chapitre 38)
simulation de Monte-Carlo	*Monte Carlo simulation*	Tirage répété des intrants selon leur loi jointe déclarée et calcul de la sortie pour chaque tirage ; la distribution empirique des sorties estime celle de la valeur ou du ratio étudié. (chapitres 40 et 47)
sincère (vente)	*arm's-length sale*	Vente conclue entre parties indépendantes, informées et non contraintes ; condition d'admissibilité d'un comparable. (chapitres 13 et 16)
sous-marché	*submarket*	Partition d'un marché à l'intérieur de laquelle la relation entre le prix et les caractéristiques est homogène et entre les parties de laquelle elle diffère. (chapitre 15)
stigmate	*stigma*	Perte de valeur qui subsiste une fois un défaut environnemental corrigé et ses coûts comptés, tenant à la perception du marché (incertitude résiduelle, réticence des prêteurs) ; composante de la désuétude externe. (chapitre 43)
stress test	*stress test*	Évaluation de la valeur ou d'un ratio en un ou quelques scénarios défavorables choisis, sans probabilité attachée ; le stress test inversé cherche le choc qui fait franchir un seuil. (chapitres 40 et 47)
superficie brute (hors tout)	*gross floor area*	Superficie mesurée à la face externe des murs extérieurs, épaisseur comprise ; coïncide avec l'aire des étages du MEFQ pour des niveaux de même empreinte. (chapitre 12)
superficie habitable	*living area*	Dans l'ouvrage, somme des aires de plancher des niveaux hors sol mesurées à la face intérieure des murs extérieurs, cloisons comprises, à l'exclusion des garages, des espaces non finis et du sous-sol ; la superficie habitable totale des fiches de courtage y ajoute le sous-sol fini. (chapitre 12)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
syndicat (de copropriété)	*syndicate of co-owners*	Personne morale formée de l'ensemble des copropriétaires dès la publication de la déclaration, chargée de la conservation de l'immeuble, de l'administration des parties communes et du fonds de prévoyance. (chapitre 7)
T		
taux admissible minimal (TAM)	*minimum qualifying rate*	Taux auquel la capacité de l'emprunteur est vérifiée, égal au plus élevé du taux contractuel majoré de deux points et de 5,25 pour cent ; imposé par le BSIF pour les prêts non assurés. (chapitres 31 et 32)
taux d'actualisation	*discount rate*	Taux annuel effectif qui égalise la valeur présente des flux futurs attendus de la pleine propriété non grevée, avant dette et impôt, à sa valeur marchande ; rendement total exigé pour la classe de risque, approximativement $R + g$. (chapitre 30)
taux d'inoccupation	*vacancy rate*	Proportion des logements physiquement inoccupés et offerts en location à une date ; celui de la SCHL porte sur les immeubles d'au moins trois logements en octobre. Le taux de disponibilité y ajoute les logements dont le locataire a donné son avis de départ. (chapitres 4 et 27)
taux de capitalisation terminal	*terminal capitalization rate, exit cap rate*	Taux appliqué au revenu net de l'année suivant l'horizon pour obtenir la valeur terminale ; en règle générale supérieur ou égal au taux initial. (chapitre 30)
taux de propriété	*homeownership rate*	Proportion des ménages propriétaires de leur logement ; plus faible au Québec qu'au Canada. (chapitre 4)
taux effectif (d'imposition)	*effective tax rate*	Taxe rapportée à la valeur marchande, soit le taux du rôle divisé par le facteur comparatif ; pour les droits de mutation, droit total rapporté à la base d'imposition. (chapitres 4 et 5)
taux global de capitalisation	*overall capitalization rate*	Rapport entre le revenu net d'exploitation prospectif de première année et la valeur de la pleine propriété ; incorpore implicitement le rendement courant et la variation de valeur anticipée. Dit aussi taux global d'actualisation (TGA) dans l'usage québécois. (chapitre 29)
taux variés	*variable tax rates*	Régime permettant à une municipalité de fixer plusieurs taux de taxe foncière générale selon les catégories d'immeubles (non résidentiel, industriel, terrains vagues desservis, agricole, résiduelle). (chapitre 9)
tendances parallèles	*parallel trends*	Hypothèse identifiante des doubles différences : en l'absence de traitement, le résultat du groupe traité aurait évolué en moyenne comme celui du groupe témoin. (chapitre 36)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
terme (d'un prêt)	*mortgage term*	Durée, généralement de un à cinq ans, pendant laquelle le taux et les conditions sont fixés ; à l'échéance, le solde est renouvelé au taux alors en vigueur. (chapitre 31)
terrain excédentaire et terrain en surplus	*excess land ; surplus land*	Partie d'un lot bâti qui pourrait être détachée et vendue séparément (excédentaire) ou qui ne le peut pas et ne vaut que par sa contribution à l'usage existant (en surplus). (chapitre 41)
terrain réputé vacant	*land as though vacant*	Premier volet de l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation et base de la valeur du terrain : on fait abstraction des constructions et l'on cherche l'usage qui maximise la valeur du terrain nu. (chapitres 25 et 41)
terrain vague desservi	*serviced vacant land*	Catégorie fiscale des terrains desservis par l'aqueduc et l'égout sans bâtiment ou dont le bâtiment vaut moins de dix pour cent du terrain ; peut être imposé jusqu'au quadruple du taux de base. (chapitres 9 et 25)
TRI des fonds propres	*levered IRR, equity IRR*	Taux de rendement interne des flux après service de la dette et après remboursement du solde à la revente, rapportés à la mise de fonds ; mesure du rendement avec levier. (chapitres 30 et 31)
Tribunal administratif du logement (TAL)	—	Tribunal québécois compétent en première instance pour le bail de logement : fixation de loyer, reprise, éviction, conversion en copropriété ; ses décisions en fixation sont sans appel. (chapitres 26 et 34)
Tribunal administratif du Québec (TAQ)	*Administrative Tribunal of Québec*	Tribunal qui entend les recours contre le rôle d'évaluation foncière après la demande de révision ; il peut fixer une valeur différente de celles proposées par les parties. (chapitre 9)
U		
unité d'évaluation	*assessment unit*	Au sens de la Loi sur la fiscalité municipale, le plus grand ensemble possible d'immeubles appartenant au même propriétaire, contigus, utilisés à une même fin prédominante et cessibles globalement compte tenu de l'utilisation la plus probable. (chapitre 9)
unité de comparaison	*unit of comparison*	Dénominateur commun qui ramène les prix de biens de tailles différentes à une même base : prix par mètre carré, par logement, par mètre de façade, multiplicateur du revenu brut. (chapitres 16, 25 et 33)
USPAP	*Uniform Standards of Professional Appraisal Practice*	Normes américaines de The Appraisal Foundation ; l'édition 2024, sans date d'expiration, sert de référence comparative aux normes québécoises et canadiennes. (chapitre 10)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
usufruit	*usufruct*	Démembrement qui confère le droit d'user et de jouir d'un bien dont un autre a la propriété, à charge d'en conserver la substance ; durée maximale de cent ans, viager sans terme. (chapitre 2)
utilité	*utility*	Capacité du bien à satisfaire un besoin (abriter un ménage, produire un loyer) ; premier facteur de la valeur. (chapitre 1)
V		
vacance économique	*economic vacancy*	Part du revenu brut potentiel qui n'a pas été encaissée sur une période, quelle qu'en soit la cause : inoccupation physique, mauvaises créances et concessions. (chapitres 27 et 47)
valeur	*value*	Opinion : estimation, à une date donnée et pour une base donnée, du prix le plus probable ; à distinguer du prix (un fait) et du coût (une dépense). (chapitres 1 et 2)
valeur à risque (VaR) et valeur à risque conditionnelle (CVaR)	*value at risk ; conditional value at risk (expected shortfall)*	Perte de valeur par rapport à une référence qui n'est dépassée qu'avec une probabilité donnée, et perte moyenne dans les pires cas de cette probabilité ; lues sur la distribution simulée. (chapitre 40)
valeur aberrante	*outlier*	Observation éloignée de la masse des autres sur une ou plusieurs variables, détectée par un score robuste ; peut être exacte et n'est pas nécessairement influente. (chapitre 14)
valeur actuelle nette (VAN)	*net present value (NPV)*	Somme des flux de trésorerie actualisés au taux exigé, investissement initial compris ; nulle au taux de rendement interne. (chapitre 30)
valeur assurable	*insurable value*	Coût de reconstruction du bâtiment conformément aux normes et règles de l'art ; pour une copropriété divise, évaluée au moins tous les cinq ans par un évaluateur agréé. (chapitre 2)
valeur au rôle	*assessed value*	Valeur réelle inscrite au rôle d'évaluation foncière aux fins de la taxation municipale ; prix le plus probable à une date de référence antérieure, selon les conventions du MEFQ ; ne pas confondre avec la valeur marchande à la date d'évaluation. (chapitres 1 et 9)
valeur brute de développement (GDV)	*gross development value*	Somme des prix de vente attendus des unités achevées d'un projet ou, pour un immeuble conservé en location, valeur de l'immeuble stabilisé ; point de départ de la méthode résiduelle. (chapitre 41)
valeur d'investissement	*investment value, worth*	Valeur d'un bien pour un propriétaire ou un propriétaire éventuel donné, en fonction de ses objectifs, de son coût du capital et de sa fiscalité ; base propre à l'entité, légitimement différente de la valeur marchande. (chapitres 1 et 2)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
valeur d'usage	*value in use*	Valeur d'un bien pour un usage déterminé ou un utilisateur particulier, indépendamment de son prix d'échange. (chapitres 1 et 2)
valeur de conversion	*conversion value*	Valeur actuelle nette, pour un convertisseur exigeant un taux donné, du programme de division d'un immeuble locatif et de vente de ses fractions. (chapitre 42)
valeur de liquidation	*liquidation value*	Montant qui serait réalisé lors d'une vente de liquidation, le vendeur étant contraint de vendre à une date donnée, en transaction ordonnée ou forcée ; base pertinente pour une reprise hypothécaire. (chapitre 2)
valeur de Shapley	*Shapley value*	Règle de partage d'un gain entre joueurs égale à la contribution marginale moyenne de chacun sur tous les ordres d'arrivée ; unique à satisfaire efficacité, symétrie, joueur nul et additivité. Fondement des valeurs SHAP. (chapitre 37)
valeur du terrain	*land value*	Valeur marchande, à la date d'évaluation, du fonds de terre réputé vacant et disponible pour sa plus haute et meilleure utilisation, améliorations du site comprises lorsque les terrains comparables en sont pourvus. (chapitre 25)
valeur en bloc	*bulk value, value as a whole*	Valeur marchande d'un immeuble locatif détenu et vendu comme un tout, estimée par la méthode du revenu ; terme de comparaison de la valeur de conversion. (chapitre 42)
valeur équitable	*equitable value*	Prix estimé pour le transfert d'un actif entre des parties identifiées, informées et consentantes, reflétant leurs intérêts respectifs ; base IVS pour les transactions hors marché (rachat de part indivise, partage). (chapitre 2)
valeur la plus probable	*most probable value, point estimate*	Point de la fourchette de valeur que l'évaluateur retient comme conclusion ponctuelle. (chapitre 20)
valeur marchande	*market value*	Prix le plus probable d'une vente du bien, à la date d'évaluation, sur un marché libre et ouvert, entre parties informées, prudentes et non contraintes, après une exposition suffisante et pour un paiement comptant ou équivalent ; base par défaut de l'évaluation professionnelle (OEAQ, IVS, CUSPAP convergent). (chapitres 1 et 2)
valeur réelle (LFM)	*actual value (assessment)*	Au sens de la Loi sur la fiscalité municipale, valeur d'échange d'une unité d'évaluation sur un marché libre et ouvert à la concurrence, soit le prix le plus probable d'une vente de gré à gré entre parties non obligées et raisonnablement informées, à la date de référence. (chapitre 9)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
valeur relative (d'une fraction)	*relative value of a fraction*	Valeur de chaque fraction par rapport à l'ensemble, établie selon la nature, la destination, les dimensions et la situation de la partie privative, sans égard à son utilisation ; fixe la quote-part. (chapitre 7)
valeur synergique	*synergistic value, marriage value*	Valeur additionnelle résultant de la combinaison de deux actifs ou droits dont la valeur réunie excède la somme des valeurs séparées (assemblage de terrains, réunion de l'usufruit et de la nue-propriété). (chapitre 2)
valeur terminale	*terminal value, reversion*	Valeur de l'immeuble à la fin de l'horizon de projection, obtenue en capitalisant le revenu net de l'année suivante au taux terminal et diminuée des coûts de vente ; souvent la moitié ou plus de la valeur actualisée. (chapitre 30)
validation croisée	*cross-validation*	Estimation de l'erreur hors échantillon en divisant les observations en plis, chaque pli étant prédit par un modèle estimé sans lui ; sert à choisir les hyperparamètres (largeur de bande, nombre d'arbres). (chapitres 19 et 37)
vente sous contrôle de justice	*judicial sale*	Vente forcée ordonnée par le tribunal, faite sans garantie de qualité ; avec la prise en paiement, elle marque les reprises de finance dans la chaîne des titres et ne constitue pas une vente sincère. (chapitres 6 et 13)
ventes appariées	*paired sales analysis*	Méthode qui réunit des paires de ventes d'immeubles aussi semblables que possible ne différant que par l'élément étudié (servitude, rezonage, risque) et mesure l'écart de prix à l'intérieur de chaque paire. (chapitres 7, 17 et 24)
ventes liées	*related-party sales*	Ventes entre personnes apparentées ou entre une personne et une société qu'elle contrôle, reconnaissables aux noms, aux adresses et aux exonérations de droits de mutation ; exclues des comparables. (chapitre 13)
ventes répétées (indice de)	*repeat sales index*	Indice de prix qui ne retient que les immeubles vendus au moins deux fois et estime la variation des prix à partir des écarts entre leurs ventes successives, sans mesurer les caractéristiques. (chapitre 35)
vice caché	*latent defect*	Défaut qui rend le bien impropre à l'usage auquel on le destine ou en diminue tellement l'utilité que l'acheteur ne l'aurait pas acheté ou pas à ce prix, et qu'un acheteur prudent et diligent ne pouvait constater sans expert ; objet de la garantie légale de qualité. (chapitres 6 et 11)
vie économique et vie économique restante	*economic life ; remaining economic life*	Durée pendant laquelle les améliorations contribuent à la valeur de la propriété, et cette durée diminuée de l'âge effectif ; dénominateur de la méthode âge-vie. (chapitres 11 et 24)

suite à la page suivante

Tableau A.1. Glossaire français–anglais (suite)

Terme français	Équivalent anglais	Définition et renvoi
vie utile	*useful life*	Durée pendant laquelle une composante remplit sa fonction dans des conditions normales d'entretien ; base de la réserve de remplacement et de la dépréciation des composantes à vie courte. (chapitres 11 et 28)
vraisemblance	*likelihood*	Densité des données vue comme fonction des paramètres ; modèle statistique commun à l'inférence classique et bayésienne. La vraisemblance concentrée des modèles spatiaux ne dépend plus que du paramètre d'autocorrélation. (chapitres 19 et 39)
Z		
zonage	*zoning*	Division du territoire municipal en zones assorties de normes d'usage, de densité et d'implantation par le règlement de zonage ; premier déterminant de l'usage légalement permis et des droits acquis. (chapitre 8)
zone agricole	*agricultural zone*	Territoire désigné en vertu de la LPTAA où tout usage non agricole, lotissement ou aliénation requiert l'autorisation de la CPTAQ, sous réserve des droits acquis ; contrainte majeure de la valeur du terrain. (chapitres 8 et 25)
zone inondable	*flood zone*	Zone délimitée par les cartographies officielles où la construction et la reconstruction sont restreintes selon la classe d'intensité ; la restriction juridique et le stigmate s'ajoutent au coût des dommages. (chapitres 38 et 43)

B

Formulaires d'inspection

L'inspection est le moment où l'évaluateur cesse de raisonner sur des documents pour regarder l'immeuble. Elle fonde l'identification physique du bien, la cote d'état qui entre dans les ajustements de la méthode de comparaison, l'âge effectif qui gouverne la dépréciation de la méthode du coût et la liste des dépenses en capital que la méthode du revenu doit projeter. La présente annexe fournit trois formulaires structurés, conçus pour être imprimés ou reproduits dans une tablette : l'un pour la maison unifamiliale, le second pour les immeubles de deux à cinq logements, le troisième pour les immeubles de six logements et plus. Elle en explique le mode d'emploi, précise ce que l'inspection d'évaluation est et n'est pas, rappelle les pathologies propres au parc québécois que l'évaluateur doit savoir reconnaître sans prétendre les diagnostiquer, et se termine par un exemple rempli, entièrement synthétique, pour le sujet du premier dossier de cas. Les formulaires reprennent la structure et le vocabulaire du chapitre 11, auquel le lecteur se reportera pour la description détaillée des composantes et des désordres, et ils alimentent directement les calculs du chapitre 24.

B.1 Objet et limites de l'inspection d'évaluation

Les Normes de pratique professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec font de l'inspection une obligation : tout immeuble évalué doit être inspecté, et seules des circonstances exceptionnelles, expliquées dans le rapport, autorisent à s'en dispenser (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.4). La règle précise ce que l'inspection doit au minimum permettre : décrire l'immeuble, fonder la conclusion sur l'usage le meilleur et le plus profitable et soutenir les comparaisons avec les ventes retenues. Elle ne demande pas à l'évaluateur de se substituer à l'inspecteur en bâtiment, à l'ingénieur ou au laboratoire ; elle lui demande de voir ce qu'un observateur attentif et formé peut voir, de le consigner, et de dire ce qu'il n'a pas pu voir. Le Code de déontologie ajoute que le rapport fait état de la méthodologie et de l'étendue des recherches (Québec 2000, art. 41), ce qui inclut la description de l'inspection elle-même : date, durée, conditions météorologiques, parties visitées, parties inaccessibles, personnes présentes.

Il faut distinguer nettement trois démarches qui se ressemblent sur le terrain. L'**inspection d'évaluation** est un relevé visuel, non destructif, orienté vers la valeur : elle cherche les caractéristiques qui différencient le sujet de ses comparables, les signes d'usure qui déterminent

l'âge effectif et les désordres dont le marché tiendrait compte. L'**inspection préachat** est un service distinct, rendu à un acheteur en vertu d'un contrat de service, dont l'objet est de révéler à un acheteur prudent et diligent l'état d'un immeuble et dont la portée est définie par la convention de service de l'inspecteur ; elle est plus longue, plus systématique, et elle emporte ses propres responsabilités. L'**expertise** enfin (structure, pyrite, amiante, radon, sol) relève de professionnels spécialisés, procède souvent par essais ou prélèvements et fournit un diagnostic. L'évaluateur qui constate un signe d'alerte recommande l'expertise ; il ne la remplace pas, et il traite le désordre soupçonné soit par une réserve, soit par une hypothèse extraordinaire dont il indique l'incidence sur la valeur (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.1 c) et règle 2.3, élément 7). La notion de vice caché du Code civil éclaire la frontière : est apparent le vice qu'un acheteur prudent et diligent peut constater sans recourir à un expert (Québec 1991, art. 1726) ; l'inspection d'évaluation se situe au niveau de cet acheteur prudent et diligent, non à celui de l'expert.

Ce que le formulaire n'est pas

Les formulaires de cette annexe ne constituent ni un rapport d'inspection préachat, ni une attestation de conformité au Code de construction, ni un diagnostic. Une case cochée « 2 » à la rubrique « fondations » signifie que l'évaluateur a observé des signes d'un état inférieur à la normale pour l'âge, rien de plus. La conclusion qui en découle dans le rapport est une opinion d'évaluateur sur l'incidence de cet état sur la valeur, assortie, si nécessaire, de la recommandation d'une expertise et d'une hypothèse extraordinaire. Le Code de déontologie interdit d'exclure sa responsabilité civile par une clause générale (Québec 2000, art. 32) ; la protection de l'évaluateur ne vient pas d'une réserve passe-partout, mais de la description précise de ce qu'il a fait et constaté.

B.2 Mode d'emploi

B.2.1 Avant la visite

La visite se prépare au bureau, et la qualité de la préparation détermine celle du relevé. L'évaluateur réunit d'abord les documents qui décrivent l'immeuble indépendamment de lui : la fiche du rôle d'évaluation et, lorsqu'elle est accessible, la matrice graphique de la municipalité ; le certificat de localisation, qui révèle les empiètements, les servitudes et les irrégularités du lot (chapitre 7) ; les permis de construction et de rénovation délivrés, qui datent les travaux et signalent ceux qui ont été faits sans permis lorsque l'immeuble montre des transformations qui ne figurent nulle part ; la grille de zonage et les règlements applicables (chapitre 8) ; la cartographie des zones inondables et de mobilité en vigueur, qui classe désormais les secteurs selon l'intensité du risque (Gouvernement du Québec 2026d ; Gouvernement du Québec 2026c) ; et, pour un immeuble à revenus, les baux, l'état locatif et les trois derniers exercices de dépenses (chapitres 26 et 28). Lorsque l'immeuble est en vente par l'intermédiaire d'un courtier, le formulaire obligatoire de déclarations du vendeur, exigé depuis 2012 pour la vente par une personne physique d'un immeuble résidentiel de moins de cinq logements, renseigne sur les sinistres, les infiltrations, les présences connues de pyrite, d'ocre ferreuse, d'amiante, de réservoirs de mazout, et sur les loyers et les dossiers portés devant le Tribunal administratif du logement (Organisme d'autoréglementation

du courtage immobilier du Québec 2022a ; Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2026). Il ne remplace pas l'inspection, mais il oriente le regard : une déclaration d'infiltration au sous-sol en 2019 appelle une attention particulière à la jonction du mur et de la dalle.

La préparation comprend aussi le choix du formulaire et l'impression, ou le chargement, des pages nécessaires ; la vérification de l'équipement (appareil photo ou tablette, télémètre laser, ruban de 30 m, lampe, niveau, humidimètre si l'évaluateur en possède un, gabarit de fissures, tournevis pour sonder les bois extérieurs, gants) ; et la prise de rendez-vous, avec la mention explicite des parties à visiter (tous les logements, le toit si accessible, le vide sanitaire, la salle mécanique). Pour un immeuble locatif, l'accès aux logements est soumis au préavis que le Code civil impose au locateur (Québec 1991, art. 1931) ; l'évaluateur demande au propriétaire de l'avoir donné et note les logements auxquels l'accès lui est refusé, puisqu'ils feront l'objet d'une hypothèse déclarée dans le rapport.

B.2.2 Pendant la visite

Le relevé suit toujours le même ordre, parce que l'ordre est ce qui empêche l'oubli : le site et le terrain depuis la rue, puis le tour complet de l'enveloppe à distance puis de près, puis l'intérieur du haut vers le bas ou du bas vers le haut selon l'accès, en terminant par les locaux techniques. À chaque rubrique du formulaire, l'évaluateur consigne quatre choses. La *cote d'état*, de 1 à 5, est définie au tableau B.1 ; elle s'apprécie par rapport à l'âge de la composante, un revêtement de 25 ans en fin de vie mais sans désordre étant coté 2 ou 3 selon l'urgence du remplacement, non 1. L'*âge apparent* est l'âge que la composante paraît avoir compte tenu de son état, qu'il faut distinguer de l'âge chronologique connu par les permis ou les déclarations : un toit refait en 2012 qui cloque a un âge apparent supérieur à ses quatorze ans. Les *observations* sont des faits, pas des interprétations : « fissure verticale de 3 mm, mur ouest, du haut de la fondation jusqu'à la dalle, traces d'efflorescence » plutôt que « problème de fondation ». L'*incidence sur la valeur* est codée en trois signes : positive (+) lorsque la composante place le sujet au-dessus de ses comparables, négative (−) lorsqu'elle appelle une dépense ou une décote, nulle (0) lorsqu'elle est conforme à la norme du marché ; le montant, lui, n'est pas estimé sur place, il résulte de l'analyse au bureau (chapitres 17 et 24).

La photographie est la mémoire du dossier. La règle d'usage est une vue de chaque façade, une vue de chaque pièce depuis la porte, une vue de chaque appareil mécanique avec sa plaque signalétique lisible, et une vue rapprochée de chaque désordre consigné, accompagnée d'un objet d'échelle (gabarit, ruban, pièce de monnaie). Les photographies sont numérotées dans l'ordre du formulaire et leur numéro est inscrit dans la colonne des observations, de sorte que chaque constat renvoie à une image. Le mesurage suit les conventions du chapitre 12 : périmètre extérieur de chaque niveau, hauteur des plafonds, superficies des pièces principales si le rapport doit les donner, et dimensions du terrain confrontées au certificat de localisation. L'évaluateur résiste à deux tentations : celle d'ouvrir ce qui est fermé (panneau électrique sous tension, trappe de vide sanitaire scellée, isolant de l'entretoit) lorsqu'il n'en a ni la compétence ni l'autorisation, et celle de qualifier devant le propriétaire ou le locataire ce qu'il constate. Ce qui est dit sur place est répété, déformé, et finit parfois devant un tribunal.

B.2.3 Après la visite

Le formulaire rempli est relu le jour même, pendant que la mémoire est fraîche, et complété : cotes hésitantes tranchées, photographies associées, mesures recopiées. Trois synthèses en sont tirées. La première est la *cote d'état générale*, qui n'est pas la moyenne arithmétique des cotes, mais un jugement pondéré par l'importance de chaque composante dans le coût de remplacement, dont la section B.3 donne la formalisation ; c'est cette cote qui entre comme variable d'état dans les grilles d'ajustement et dans les modèles hédoniques (chapitres 17 et 18). La deuxième est l'*âge effectif* de l'immeuble, qui alimente la dépréciation physique de la méthode du coût (chapitre 24). La troisième est la *liste des travaux*, classée en travaux immédiats (dépréciation physique curable, ou dépenses immédiatement après l'achat dans la méthode de comparaison), travaux à moyen terme (dépenses en capital à projeter dans les flux actualisés d'un immeuble à revenus, chapitre 30) et désordres à expertiser (hypothèses extraordinaires ou réserves du rapport). Le formulaire, les photographies et les notes sont conservés au dossier, que le règlement sur la tenue des dossiers oblige à garder au moins cinq ans après le dernier service rendu (Québec 2026f, art. 6) ; ils constituent la preuve de l'étendue du travail que la règle 2.3 oblige à décrire.

B.3 Échelle d'état et âge effectif

Tableau B.1. Échelle de cotation de l'état des composantes utilisée dans les formulaires

Cote	Qualificatif	Définition opérationnelle	Conséquence habituelle
5	Neuf ou comme neuf	Composante neuve ou récemment remplacée, sans usure visible	Âge apparent proche de zéro ; ajustement positif si les comparables sont dans la norme
4	Bon	Usure normale pour l'âge, entretien régulier visible, aucun désordre	Âge apparent égal ou inférieur à l'âge chronologique
3	Moyen	Usure conforme à l'âge, entretien différé mineur, fin de vie économique en vue mais non atteinte	Âge apparent égal à l'âge chronologique ; réserve de remplacement à prévoir
2	Passable	Fin de vie atteinte ou désordre fonctionnel ; remplacement ou réparation requis à court terme	Dépréciation curable ou dépense en capital immédiate
1	Mauvais	Composante défaillante, dangereuse ou absente ; dommages consécutifs à d'autres composantes	Travaux urgents ; expertise souvent requise ; hypothèse extraordinaire possible

Source : convention de l'ouvrage, inspirée des pratiques décrites au chapitre 11 et dans Appraisal Institute (2026) ; l'échelle est celle des variables `qualite_1a5` et `etat_1a5` des dossiers synthétiques (5 = meilleur état). Le chapitre 11 numérote la même échelle en sens inverse (note c de 1 = excellent à 5 = mauvais) pour le calcul de la fraction de vie consommée $\varphi(c)$; la correspondance est $c = 6 - \text{cote}$, la cote médiane 3 étant commune aux deux numérotations.

L'échelle du tableau B.1 est volontairement courte. Les échelles longues (sur 10 ou 100)

donnent une illusion de précision que l'observation visuelle ne justifie pas, et elles rendent les cotes de deux inspecteurs moins comparables. Cinq niveaux suffisent à distinguer ce que le marché distingue, et la littérature sur la dépréciation montre que c'est l'écart entre l'immeuble entretenu et l'immeuble négligé, plus que les nuances fines, qui pèse sur les prix : Harding et al. (2007) estiment la dépréciation nette d'entretien autour de 2,5 % par an et montrent que l'entretien compense environ un point de pourcentage par an, de sorte que deux maisons du même âge peuvent différer de plusieurs dizaines de points de valeur selon leur cote d'état. La typologie de Baum (1991), qui distingue la détérioration physique de la désuétude fonctionnelle et esthétique, rappelle que la cote d'état mesure la première ; les secondes sont consignées dans les observations et traitées séparément au chapitre 24.

La cote d'état générale E et l'âge effectif $\bar{a}$ de l'immeuble s'obtiennent en pondérant les composantes par leur part w_i dans le coût de remplacement neuf, parts dont le chapitres 22 et 23 donnent les ordres de grandeur par type d'immeuble :

$$E = \sum_{i=1}^{n} w_i \, e_i, \qquad \bar{a} = \sum_{i=1}^{n} w_i \, a_i, \qquad \sum_{i=1}^{n} w_i = 1, \tag{B.1}$$

où e_i est la cote et a_i l'âge apparent de la composante i. La pondération par le coût évite qu'un robinet qui fuit pèse autant qu'une toiture ; elle exprime aussi la logique de la méthode âge-vie, dans laquelle la dépréciation physique incurable d'une composante de longue durée est le rapport de son âge effectif à sa durée de vie économique L_i. En agrégeant,

$$\frac{D_{\text{phys}}}{C_N} \approx \sum_{i=1}^{n} w_i \, \min\!\left(\frac{a_i}{L_i},\, 1\right), \tag{B.2}$$

ce qui montre que l'âge effectif pondéré est une statistique suffisante de la dépréciation physique seulement si toutes les composantes ont la même durée de vie, hypothèse que le chapitre 24 discute et que la décomposition par composante permet d'abandonner. Le formulaire est construit pour fournir les e_i et a_i ; les w_i et L_i viennent de la méthode du coût. L'évaluateur qui remplit le formulaire ne calcule donc rien sur place : il observe, et la formule attend au bureau.

B.4 Formulaire 1 : maison unifamiliale

Le premier formulaire couvre la maison isolée, jumelée ou en rangée, avec ou sans garage, et la partie privative d'une copropriété divise horizontale lorsque le mandat porte sur une fraction. Il se lit de haut en bas dans l'ordre de la visite. Les rubriques en italique dans la colonne des observations indiquent les constats à rechercher ; les pathologies de la section B.7 y sont rappelées par leur nom lorsque la composante est le lieu habituel de leur manifestation.

Tableau B.2. Formulaire 1 — Inspection d'évaluation d'une maison unifamiliale

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
A. Identification et conditions de la visite				

suite à la page suivante

Tableau B.2 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Adresse, lot, date et heure				
Personnes présentes, météo, température				
Parties non visitées et motif				
Documents consultés avant la visite	☐ rôle ☐ certificat de localisation ☐ permis ☐ zonage ☐ zones inondables ☐ DV			
B. Site et terrain				
Topographie, drainage de surface	☐☐☐☐☐		*pente vers la maison, eau stagnante, affaissements*	☐ + ☐ – ☐ 0
Aménagement paysager, arbres	☐☐☐☐☐		*arbres matures près des fondations, racines*	☐ + ☐ – ☐ 0
Entrée, stationnement, trottoirs	☐☐☐☐☐		*asphalte, pavé, béton ; fissures, soulèvements*	☐ + ☐ – ☐ 0
Clôtures, murets, remises, piscine	☐☐☐☐☐		*conformité apparente ; piscine : clôture, filtration*	☐ + ☐ – ☐ 0
Services (aqueduc, égout, puits, fosse)	☐☐☐☐☐		*municipal ou autonome ; puits : débit déclaré ; fosse : vidange*	☐ + ☐ – ☐ 0
Nuisances et servitudes visibles	☐☐☐☐☐		*bruit, lignes électriques, voie ferrée, droit de passage*	☐ + ☐ – ☐ 0
Zone inondable ou de mobilité	☐ non ☐ oui		*classe d'intensité selon la carte en vigueur ; marques de crue*	☐ + ☐ – ☐ 0
C. Fondations et structure				
Type et matériau des fondations	☐ béton coulé ☐ blocs ☐ pierre ☐ pieux ☐ dalle sur sol ☐ vide sanitaire			
Murs de fondation (ext. et int.)	☐☐☐☐☐		*fissures (largeur, orientation, actives), efflorescence, déversement*	☐ + ☐ – ☐ 0
Dalle du sous-sol et du garage	☐☐☐☐☐		*soulèvement, fissures en étoile, poudre blanche : **pyrite** ; dalle du garage d'abord*	☐ + ☐ – ☐ 0
Drainage des fondations, puisard	☐☐☐☐☐		*pompe, clapet, cheminées de nettoyage ; dépôt gélatineux rouille : **ocre ferreuse***	☐ + ☐ – ☐ 0
Traces d'humidité et d'infiltration	☐☐☐☐☐		*jonction mur-dalle, cernes, odeur, moisissures, matériaux gondolés*	☐ + ☐ – ☐ 0

suite à la page suivante

Tableau B.2 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Charpente visible, solives, poutres, colonnes	☐☐☐☐☐		*flèche, entailles, pourriture, colonnes ajustables*	☐ + ☐ – ☐ 0
Éclatement du béton des fondations	☐☐☐☐☐		*fissures en carte, gonflement du béton lui-même :* ***pyrrhotite*** *(régions touchées)*	☐ + ☐ – ☐ 0
D. Enveloppe extérieure				
Revêtement principal	☐ brique ☐ pierre ☐ vinyle ☐ aluminium ☐ fibrociment ☐ bois ☐ acrylique/stuc ☐ autre			
État du revêtement	☐☐☐☐☐		*joints de mortier, briques éclatées, linteaux rouillés, chantepleures, fixations*	☐ + ☐ – ☐ 0
Solins, scellants, jonctions	☐☐☐☐☐		*autour des ouvertures, au toit, aux balcons*	☐ + ☐ – ☐ 0
Soffites, fascias, corniches	☐☐☐☐☐		*ventilation de l'entretoit, pourriture, nids*	☐ + ☐ – ☐ 0
Balcons, galeries, escaliers extérieurs	☐☐☐☐☐		*garde-corps, ancrages, bois en contact avec le sol*	☐ + ☐ – ☐ 0
Portes extérieures et de garage	☐☐☐☐☐		*étanchéité, quincaillerie, ouvre-porte*	☐ + ☐ – ☐ 0
Isolation des murs (si visible ou déclarée)	☐ inconnue ☐ laine ☐ cellulose ☐ mousse ☐ **vermiculite** ☐ **MIUF** déclarée			
E. Toiture				
Type et matériau	☐ bardeau d'asphalte ☐ membrane élastomère ☐ gravier ☐ tôle ☐ autre ; pente ☐ forte ☐ faible ☐ plate			
État du couvrement	☐☐☐☐☐		*granules perdus, bardeaux relevés, cloques, joints ouverts, mousse*	☐ + ☐ – ☐ 0
Solins, cheminées, évents, drains	☐☐☐☐☐		*rouille, scellant fissuré, drain obstrué*	☐ + ☐ – ☐ 0
Gouttières et descentes	☐☐☐☐☐		*présence, pente, rejet à distance des fondations*	☐ + ☐ – ☐ 0
Entretoit (si accessible)	☐☐☐☐☐		*isolant (type, épaisseur), ventilation, taches, givre,* ***vermiculite***	☐ + ☐ – ☐ 0
Année de réfection déclarée				
F. Fenestration				

suite à la page suivante

Tableau B.2 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Type et matériau	☐ bois ☐ PVC ☐ aluminium ☐ hybride ; vitrage ☐ simple ☐ double ☐ triple			
État des fenêtres	☐☐☐☐☐		*condensation entre les verres, mécanismes, pourriture, calfeutrage*	☐ + ☐ – ☐ 0
Puits de lumière, portes-fenêtres	☐☐☐☐☐		*infiltration, scellants*	☐ + ☐ – ☐ 0
Année de remplacement déclarée				
G. Intérieur				
Planchers (par niveau)	☐☐☐☐☐		*matériau, niveau, grincement, dénivellation*	☐ + ☐ – ☐ 0
Murs et plafonds	☐☐☐☐☐		*fissures, taches, réparations récentes (peinture fraîche localisée)*	☐ + ☐ – ☐ 0
Cuisine : armoires, comptoirs, évier	☐☐☐☐☐		*année de rénovation, fonctionnalité*	☐ + ☐ – ☐ 0
Salles de bain (nombre, état)	☐☐☐☐☐		*étanchéité, ventilation, moisissures, joints*	☐ + ☐ – ☐ 0
Portes, boiseries, escaliers, rampes	☐☐☐☐☐		*conformité apparente des garde-corps*	☐ + ☐ – ☐ 0
Sous-sol fini : qualité, hauteur libre	☐☐☐☐☐		*hauteur sous poutre, fenêtres, issue*	☐ + ☐ – ☐ 0
Foyer, poêle, cheminée	☐☐☐☐☐		*type (bois, gaz, granules), certification visible, état du conduit*	☐ + ☐ – ☐ 0
Odeurs, qualité de l'air, animaux				
H. Électricité				
Entrée électrique et panneau	☐ 60 A ☐ 100 A ☐ 200 A ☐ autre ; ☐ disjoncteurs ☐ fusibles			
État apparent du panneau et du câblage visible	☐☐☐☐☐		*fils **aluminium** (gaine marquée AL), gaines textiles, boîtes ouvertes, épissures*	☐ + ☐ – ☐ 0
Prises, interrupteurs, DDFT, détecteurs	☐☐☐☐☐		*DDFT près de l'eau, détecteurs de fumée et de CO présents et datés*	☐ + ☐ – ☐ 0
I. Plomberie				

suite à la page suivante

Tableau B.2 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Entrée d'eau et distribution	☐ cuivre ☐ PEX ☐ **galvanisé** ☐ plomb (entrée) ☐ inconnu			
Évacuation et ventilation	☐ ABS/PVC ☐ fonte ☐ **galvanisé** ; *odeurs, écoulement lent*			
Chauffe-eau (type, année, capacité)	☐☐☐☐☐		*plaque signalétique, corrosion, bac, âge supérieur à 10 ans*	☐ + ☐ – ☐ 0
Appareils et robinetterie	☐☐☐☐☐		*débit, fuites, pression*	☐ + ☐ – ☐ 0
Clapet antiretour, pompe de puisard	☐☐☐☐☐		*présence, fonctionnement déclaré*	☐ + ☐ – ☐ 0
J. Chauffage, ventilation, climatisation				
Système principal et énergie	☐ plinthes électriques ☐ air pulsé ☐ eau chaude ☐ thermopompe ☐ **mazout** ☐ gaz ☐ bois			
État de l'appareil principal	☐☐☐☐☐		*plaque signalétique, année, entretien, bruit, odeur*	☐ + ☐ – ☐ 0
Réservoir de mazout (int./ext., année)	☐☐☐☐☐		*plaque, corrosion, âge ; déclaration de retrait d'un ancien réservoir*	☐ + ☐ – ☐ 0
Distribution (conduits, radiateurs)	☐☐☐☐☐		*isolation des conduits, équilibrage*	☐ + ☐ – ☐ 0
Ventilation (VRC, hottes, salles de bain)	☐☐☐☐☐		*présence, rejet à l'extérieur*	☐ + ☐ – ☐ 0
Climatisation, thermopompe murale	☐☐☐☐☐		*année, état de l'unité extérieure*	☐ + ☐ – ☐ 0
K. Environnement intérieur et déclarations				
Test de radon (déclaré)	☐ aucun ☐ fait, résultat : _____ Bq/m^3 ; ☐ système d'atténuation présent			
Matériaux susceptibles de contenir de l'amiante	☐ vermiculite ☐ isolant de tuyaux ☐ tuiles ☐ plâtre ☐ aucun signe			
Déclarations du vendeur ou du propriétaire	*sinistres, infiltrations, réclamations, travaux sans permis, litiges*			
L. Synthèse				
Cote d'état générale (pondérée)	☐☐☐☐☐		*justification en une phrase*	
Âge chronologique / âge effectif estimé	_____ ans / _____ ans			

suite à la page suivante

Tableau B.2 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Travaux immédiats (curables)				
Travaux à moyen terme				
Désordres à expertiser (hypothèses extraordinaires)				
Nombre de photographies ; mesures prises				

Source : conception de l'auteur ; rubriques cohérentes avec le chapitre 11 ; aucune donnée.

B.5 Formulaire 2 : duplex à quintuplex

Le second formulaire s'emploie *en complément* du premier : les sections B à K du formulaire 1 sont remplies pour le bâtiment dans son ensemble, et le formulaire 2 ajoute ce qui distingue un petit immeuble locatif d'une maison : la description de chaque logement, le lien entre l'état observé et le bail, les aires communes et les équipements partagés. Le chapitre 32 explique pourquoi ces éléments comptent : dans un plex, la valeur dépend autant de la structure des baux et du potentiel de rattrapage des loyers que de l'état physique, et un logement rénové occupé par un locataire de longue date dont le loyer est très inférieur au marché n'a pas la même incidence qu'un logement identique loué au prix du marché depuis un an. Les règles du Code civil sur la reconduction des baux et sur la fixation des loyers (chapitres 26 et 34) font de chaque fiche de logement une pièce de l'analyse du droit évalué, non un simple inventaire.

Tableau B.3. Formulaire 2 — Compléments pour un immeuble de deux à cinq logements (une section M par logement)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
M. Fiche de logement (reproduire pour chaque logement)				
Numéro, niveau, typologie	n° _____ ; niveau _____ ; ☐ studio ☐ 3½ ☐ 4½ ☐ 5½ ☐ 6½ et plus ; superficie _____ m²			
Occupation et accès	☐ visité ☐ non visité (motif) ; ☐ locataire ☐ propriétaire-occupant ☐ vacant			
Bail : loyer mensuel, échéance, inclusions	_____ $/mois ; échéance _____ ; ☐ chauffage ☐ électricité ☐ eau chaude ☐ stationnement ☐ électroménagers			
Ancienneté du locataire, avis en cours	depuis _____ ; ☐ avis d'augmentation ☐ dossier TAL ☐ avis de reprise ou d'éviction			

suite à la page suivante

Tableau B.3 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Cuisine	☐☐☐☐☐		*année de rénovation, électroménagers fournis*	☐ + ☐ – ☐ 0
Salle(s) de bain	☐☐☐☐☐		*ventilation, étanchéité, moisissures*	☐ + ☐ – ☐ 0
Planchers, murs, plafonds	☐☐☐☐☐		*dénivellation, fissures, taches au plafond (fuite du logement supérieur)*	☐ + ☐ – ☐ 0
Fenêtres et portes du logement	☐☐☐☐☐		*voir section F; différences entre logements*	☐ + ☐ – ☐ 0
Chauffage et compteur	☐ compteur distinct ☐ compteur commun ; ☐ plinthes ☐ central ; état ☐☐☐☐☐			
Électricité du logement	☐☐☐☐☐		*panneau distinct, ampérage, prises DDFT*	☐ + ☐ – ☐ 0
Détecteurs de fumée et de CO	☐ oui ☐ non		*présence dans chaque logement*	☐ + ☐ – ☐ 0
Issues, escaliers de secours	☐☐☐☐☐		*accès, garde-corps, dégagement*	☐ + ☐ – ☐ 0
État général du logement	☐☐☐☐☐		*rattrapable à la rotation ? travaux estimés*	☐ + ☐ – ☐ 0
N. Aires et équipements communs				
Hall, corridors, escaliers intérieurs	☐☐☐☐☐		*éclairage, revêtements, propreté*	☐ + ☐ – ☐ 0
Sous-sol commun, rangements, buanderie	☐☐☐☐☐		*appareils fournis, humidité, accès*	☐ + ☐ – ☐ 0
Entrée électrique commune et compteurs	☐☐☐☐☐		*nombre de compteurs, capacité, espace commun chauffé par qui ?*	☐ + ☐ – ☐ 0
Chauffe-eau (par logement ou commun)	☐☐☐☐☐		*nombre, années*	☐ + ☐ – ☐ 0
Escaliers extérieurs, balcons, galeries	☐☐☐☐☐		*acier : corrosion aux ancrages ; bois : pourriture ; garde-corps*	☐ + ☐ – ☐ 0
Stationnements, remises, cour	☐☐☐☐☐		*nombre de cases, attribution par bail*	☐ + ☐ – ☐ 0
Ordures, recyclage, déneigement	*organisation, contrats déclarés*			
O. Synthèse locative				
Logements visités / total	_____ / _____			

suite à la page suivante

Tableau B.3 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Loyers mensuels totaux (contractuels)			_____ $; écart apparent au marché ☐ faible ☐ moyen ☐ fort	
Logements à rénover à la rotation				
Dépenses en capital communes à prévoir				

Source : conception de l'auteur ; cohérent avec les chapitres 26 et 32.

B.6 Formulaire 3 : immeubles de six logements et plus

Le troisième formulaire complète les deux premiers pour les immeubles de six logements et plus, dont le chapitre 33 traite l'évaluation. La différence n'est pas seulement d'échelle. À partir de ce seuil, les systèmes deviennent centraux (chauffage, eau chaude, ventilation des corridors), la sécurité incendie est organisée au niveau de l'immeuble, la réglementation de construction et de sécurité s'applique différemment, et l'exploitation suppose une gestion, des contrats d'entretien et des réserves que l'évaluateur doit retrouver dans les dépenses normalisées (chapitre 28). La Loi sur le bâtiment exclut de l'application du chapitre « Bâtiment » du Code de sécurité les immeubles totalement résidentiels de moins de trois étages ou de moins de neuf logements (Québec 1985b, art. 29) ; au-delà, l'immeuble est assujetti et l'évaluateur demande les documents qui en attestent (registre d'entretien du système d'alarme, rapports d'inspection des façades et des stationnements étagés lorsqu'ils s'appliquent, plan de sécurité incendie). Il ne vérifie pas lui-même la conformité ; il consigne l'existence ou l'absence des documents, ce qui, en soi, informe sur la gestion.

Tableau B.4. Formulaire 3 — Compléments pour un immeuble de six logements et plus

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
P. Systèmes centraux				
Chauffage central (chaudière, énergie, année)	☐☐☐☐☐		*plaque, capacité, redondance, contrat d'entretien ; **mazout** : réservoir, âge*	☐ + ☐ – ☐ 0
Production d'eau chaude centrale	☐☐☐☐☐		*réservoirs, année, recirculation*	☐ + ☐ – ☐ 0
Ventilation des corridors et des salles de bain	☐☐☐☐☐		*VRC, ventilateurs de toit, filtres*	☐ + ☐ – ☐ 0
Distribution électrique (entrée, compteurs, panneaux)	☐☐☐☐☐		*capacité, espace réservé, mise à la terre, câblage **aluminium***	☐ + ☐ – ☐ 0

suite à la page suivante

Tableau B.4 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Plomberie verticale (colonnes, pluviaux)	☐☐☐☐☐		***galvanisé*** *ou fonte, remplacement partiel, pression aux étages*	☐ + ☐ – ☐ 0
Ascenseur (si présent)	☐☐☐☐☐		*certificat affiché, année, contrat*	☐ + ☐ – ☐ 0
Interphone, contrôle d'accès, caméras	☐☐☐☐☐		*fonctionnement déclaré*	☐ + ☐ – ☐ 0
Q. Sécurité incendie				
Système d'alarme et panneau	☐☐☐☐☐		*registre d'entretien, dernière inspection, affichage*	☐ + ☐ – ☐ 0
Détecteurs, avertisseurs, éclairage d'urgence	☐☐☐☐☐		*présence dans les corridors et les logements*	☐ + ☐ – ☐ 0
Séparations coupe-feu, portes à fermeture automatique	☐☐☐☐☐		*portes calées ouvertes, percements non scellés*	☐ + ☐ – ☐ 0
Extincteurs, gicleurs, cabinets d'incendie	☐☐☐☐☐		*étiquettes d'inspection, dates*	☐ + ☐ – ☐ 0
Issues, escaliers de secours, dégagements	☐☐☐☐☐		*encombrement, état des escaliers extérieurs d'acier*	☐ + ☐ – ☐ 0
Plan de sécurité incendie, documents disponibles	☐ plan ☐ registre d'alarme ☐ rapports d'inspection ☐ aucun document fourni			
R. Accessibilité et aires communes				
Entrée principale, rampe, seuils	☐☐☐☐☐		*accessibilité sans obstacle, ouvre-porte*	☐ + ☐ – ☐ 0
Corridors, éclairage, revêtements	☐☐☐☐☐		*largeur, usure, propreté*	☐ + ☐ – ☐ 0
Buanderie commune, rangements, salle communautaire	☐☐☐☐☐		*appareils, revenus accessoires déclarés*	☐ + ☐ – ☐ 0
Local des ordures, chute à déchets	☐☐☐☐☐		*odeurs, vermine, conformité apparente*	☐ + ☐ – ☐ 0
Local technique, atelier, bureau du concierge	☐☐☐☐☐		*propreté, entreposage de produits*	☐ + ☐ – ☐ 0
S. Stationnement et extérieur				
Stationnement de surface (cases, revêtement)	☐☐☐☐☐		*nombre, marquage, drainage, revenus par case*	☐ + ☐ – ☐ 0

suite à la page suivante

Tableau B.4 (suite)

Élément	État 1–5	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Stationnement intérieur ou étagé	☐☐☐☐☐		*dalle, infiltrations, ventilation, inspection périodique si assujetti*	☐ + ☐ – ☐ 0
Bornes de recharge, éclairage extérieur	☐☐☐☐☐		*nombre, alimentation*	☐ + ☐ – ☐ 0
Aménagement, murs de soutènement, clôtures	☐☐☐☐☐		*stabilité, drainage*	☐ + ☐ – ☐ 0
Toiture : accès, équipements en toiture	☐☐☐☐☐		*unités mécaniques, ancrages, membrane autour des bases*	☐ + ☐ – ☐ 0
T. Gestion et documents				
État locatif fourni, baux consultés	☐ état locatif daté ☐ copies des baux ☐ registre des avis TAL ☐ liste des travaux réalisés			
Contrats d'entretien et de service	☐ chauffage ☐ alarme ☐ ascenseur ☐ déneigement ☐ extermination ☐ conciergerie			
Dépenses des trois derniers exercices	☐ fournies ☐ partielles ☐ refusées			
Travaux majeurs réalisés (10 ans) et prévus				
U. Synthèse				
Logements visités / total ; échantillon représentatif ?	_____ / _____ ; ☐ oui ☐ non (hypothèse à déclarer)			
Dépenses en capital à projeter (composante, année, ordre de grandeur)				
Désordres à expertiser				

Source : conception de l'auteur ; cohérent avec les chapitres 28 et 33 et avec la fiche d'inspection du dossier de cas du chapitre 47.

B.7 Pathologies québécoises à rechercher

Le parc résidentiel québécois présente une série de désordres qui tiennent à sa géologie, à son climat, à ses matériaux et à ses époques de construction. L'évaluateur ne les diagnostique pas ; il doit en connaître les signes, les contextes où ils sont probables et la conduite à tenir lorsqu'il les soupçonne. Le tableau B.5 les résume ; les paragraphes qui suivent précisent les sources et les conséquences pour le rapport. Le chapitre 11 décrit chaque phénomène plus complètement et le chapitre 24 en traite la mesure en dépréciation ; le chapitre 43 couvre les risques environnementaux de site (inondation, contamination), qui ne sont pas repris ici.

Tableau B.5. Pathologies à rechercher lors de l'inspection : contexte, signes, conduite à tenir

Pathologie	Contexte probable	Signes observables	Conduite et renvoi
Pyrite (remblai gonflant)	Remblai de pierre concassée sous les dalles ; constructions antérieures à la certification des remblais ; secteurs de la Montérégie et de la vallée du Saint-Laurent	Soulèvement de la dalle du garage puis du sous-sol, fissures en étoile ou en croix, poudre blanche, portes qui coincent, murs de fondation poussés vers l'extérieur ; apparition souvent 10 à 25 ans après la construction	Expertise selon le protocole CTQ-M200 (indice IPPG du remblai) ; hypothèse extraordinaire ou réserve ; décote de marché documentée ; chapitres 11 et 24
Ocre ferreuse	Sols riches en fer ou en ferrobactéries, nappe phréatique haute, secteurs identifiés par la municipalité	Dépôt gélatineux rouille dans le puisard et les cheminées de nettoyage, eau rougeâtre en surface, odeur de soufre, drain colmaté, infiltrations à la jonction mur-dalle	Vérifier cheminées de nettoyage et fréquence d'entretien déclarée ; coût récurrent dans les dépenses ; réserve ; chapitres 11 et 28
Pyrrhotite (béton des fondations)	Granulats de certaines carrières ; constructions des années 1990 et 2000 en Mauricie et dans les régions voisines	Fissuration en carte des murs de fondation, éclatement du béton lui-même (non de la dalle seule), gonflement progressif	Expertise par carottage (teneur en pyrrhotite) ; hypothèse extraordinaire ; valeur parfois limitée au terrain moins démolition ; chapitres 24 et 25
Vermiculite et amiante	Isolant en vrac de l'entretoit et des murs posé jusqu'au début des années 1990 ; isolants de tuyaux, tuiles et plâtres anciens	Granules brun doré ou gris argenté dans l'entretoit ; gaines blanchâtres sur les tuyaux de chauffage ; ne pas remuer	Présence consignée, non testée ; coût de désamiantage à l'ouverture des murs ; réserve ; chapitres 11 et 44
MIUF (mousse d'urée-formaldéhyde)	Isolation injectée dans les murs à la fin des années 1970 ; interdite au Canada depuis 1980	Mousse friable jaune-brun aux ouvertures murales, déclaration du vendeur, mention dans les titres	Déclaration dans le rapport ; décote de marché à documenter par comparables ; chapitres 11 et 17
Radon	Gaz du sol ; concentration très variable d'une maison à l'autre ; ligne directrice de 200 Bq/m^3	Aucun signe visible ; seul un test de longue durée informe ; vérifier la présence d'un système d'atténuation (tuyau et ventilateur au sous-sol)	Demander le résultat du test s'il existe ; coût d'atténuation en dépréciation curable ; réserve type sinon ; chapitres 11 et 43
Câblage en aluminium	Résidences câblées à la fin des années 1960 et au début des années 1970	Gaine marquée « AL » ou « ALUMINIUM » dans le panneau, connexions chaudes ou décolorées, prises marquées CO/ALR	Noter sans manipuler ; vérification par maître électricien ; coût de correction des connexions ; incidence sur l'assurabilité ; chapitre 11

suite à la page suivante

Tableau B.5 (suite)

Pathologie	Contexte probable	Signes observables	Conduite et renvoi
Plomberie galvanisée	Distribution et évacuation d'avant les années 1960, souvent remplacée partiellement	Tuyaux gris mats filetés, pression faible aux étages, eau brune au premier jet, raccords cuivre-galvanisé corrodés	Coût de remplacement en dépréciation curable ou incurable selon l'accès ; chapitre 24
Chauffage au mazout et réservoirs	Maisons d'avant 1980 non converties ; réservoirs intérieurs ou enfouis	Réservoir d'acier (plaque, année, corrosion au fond), odeur, taches au sol, conduite de remplissage abandonnée (réservoir enfoui)	Règlement sur les appareils de chauffage au mazout : remplacement par combustible fossile interdit ; coût de conversion et de retrait ; sol à vérifier si enfoui ; chapitres 43 et 44
Fondations de pierre ou de blocs ; drain absent	Bâtiments antérieurs aux années 1950, plex des quartiers centraux	Mortier désagrégé, humidité chronique, absence de drain français, sous-sol bas	Travaux en dépréciation incurable ou curable ; hauteur libre et usage du sous-sol ; chapitres 24 et 32
Humidité, moisissures, mérule	Sous-sols mal ventilés, infiltrations récurrentes, bois en contact avec le sol	Odeur, taches, matériaux gondolés, mycélium blanc ou brun sur le bois	Expertise en cas de signes étendus ; hypothèse extraordinaire ; chapitre 11

Source : synthèse de l'auteur d'après les sources citées dans le texte de la section B.7 (ACQC, RBQ, SHQ, Santé Canada, RNCan, Québec.ca ; consultées le 31 octobre 2026) ; le contexte « probable » est indicatif et ne dispense d'aucune vérification.

La **pyrite** désigne, dans l'usage québécois, le gonflement de certains remblais de pierre concassée placés sous les dalles de béton : en présence d'humidité et d'oxygène, la pyrite contenue dans la pierre s'oxyde, les produits de la réaction occupent plus de volume, la dalle se soulève et se fissure, et le béton lui-même peut être attaqué. L'Association des consommateurs pour la qualité dans la construction indique que les dommages apparaissent généralement une dizaine d'années après la construction, parfois quinze, vingt ou plus de vingt-cinq ans, qu'ils se manifestent d'abord à la dalle du garage parce que l'épaisseur de remblai y est plus grande, et que seule une analyse en laboratoire d'échantillons du remblai permet de conclure ; le protocole d'expertise des bâtiments existants est la norme CTQ-M200 et les remblais neufs sont certifiés non gonflants (« DB ») ; un programme d'aide de la Société d'habitation du Québec a existé de 2001 à 2011 (Association des consommateurs pour la qualité dans la construction 2026a)[1]. Pour l'évaluateur, la pyrite est l'exemple type du désordre qui exige une hypothèse extraordinaire : s'il n'a pas de rapport d'expertise, il évalue sous l'hypothèse que le remblai n'est pas gonflant et il indique l'incidence, qui est au minimum le coût de remplacement de la dalle et du remblai et, dans les secteurs où le marché est sensibilisé, une décote qui dépasse ce coût.

L'**ocre ferreuse** est un dépôt, d'origine chimique ou bactérienne, qui colmate les drains de fondation. La Régie du bâtiment du Québec décrit ses signes : eau rougeâtre dans les fossés

1. La page de l'ACQC ne porte pas de date de mise à jour. La méthode d'essai de l'indice pétrographique du potentiel de gonflement sulfatique (IPPG) fait l'objet de la norme BNQ 2560-500/2022 (Bureau de normalisation du Québec 2022), dont seul le sommaire a été consulté.

après la pluie, boue gluante de couleur ocre dans le bassin de captation, dépôts rougeâtres sur la dalle avec une odeur de soufre, humidité élevée au sous-sol ; elle précise que le fer étant naturellement présent dans le sol, on ne peut empêcher la formation du dépôt, de sorte que les solutions sont des aménagements (cheminées de nettoyage, modification du drainage, étanchéisation, parfois condamnation du sous-sol) (Régie du bâtiment du Québec 2026b)[2]. Au contraire de la pyrite, l'ocre ferreuse n'est pas un désordre que l'on corrige une fois pour toutes ; c'est une charge récurrente d'entretien, qui entre dans les dépenses normalisées d'un immeuble à revenus (chapitre 28) et qui, pour une maison, se traduit par une décote que les comparables du même secteur révèlent lorsqu'ils sont bien choisis (chapitre 16).

La **pyrrhotite** est un minéral présent dans les granulats de certaines carrières, qui, incorporé au béton des fondations, provoque le gonflement et l'éclatement du béton lui-même. Le phénomène a touché des milliers de résidences construites dans les années 1990 et 2000 en Mauricie et dans les régions voisines. La Société d'habitation du Québec a administré de 2011 à 2026 un programme d'aide dont le volet travaux exigeait notamment que les fondations présentent un taux minimal de 0,23 % de pyrrhotite ; le programme a pris fin le 30 septembre 2026 (Société d'habitation du Québec 2026)[3]. La signature visuelle est la fissuration en carte des murs de fondation avec éclatement du béton, à ne pas confondre avec le soulèvement de dalle de la pyrite ; la confirmation passe par le carottage et l'analyse. Lorsque la teneur est élevée, la correction consiste à remplacer les fondations, ce qui peut ramener la valeur de l'immeuble à celle du terrain diminuée des coûts de démolition (chapitre 25) ; l'évaluateur qui soupçonne le phénomène sans expertise ne peut conclure qu'au moyen d'une hypothèse extraordinaire explicite.

L'isolant de **vermiculite** peut contenir de l'amiante amphibolique ; Santé Canada a avisé les Canadiens dès 2004 que cet isolant, vendu notamment sous la marque Zonolite, pouvait être nocif s'il était remué, et le gouvernement fédéral interdit depuis 2018 la vente de produits de consommation contenant de l'amiante (Santé Canada 2004 ; Ressources naturelles Canada 2025a). La **mousse isolante d'urée-formaldéhyde** (MIUF, *UFFI*), injectée dans les murs de nombreuses maisons à la fin des années 1970, est interdite au Canada depuis 1980 (Ressources naturelles Canada 2025a). Pour l'un comme pour l'autre, l'évaluateur consigne la présence observée ou déclarée, ne prélève rien, et traite la question au plan de la valeur : l'incidence d'une vermiculite non dérangée dans un entretoit est le surcoût de tout travail futur qui l'exposera ; celle d'une MIUF déclarée est essentiellement une décote de marché, à documenter par des ventes comparables, puisque le risque sanitaire d'une mousse ancienne et sèche est aujourd'hui considéré comme faible mais que l'information doit être divulguée et pèse sur l'acheteur.

Le **radon** est un gaz radioactif d'origine naturelle qui s'accumule dans les sous-sols. La ligne directrice canadienne est de 200 becquerels par mètre cube en moyenne annuelle dans les aires normalement occupées, et Santé Canada recommande d'agir dans l'année lorsque ce seuil est dépassé, d'autant plus vite que la concentration est élevée (Santé Canada 2025b). Rien ne se voit à l'inspection, sinon un système d'atténuation déjà installé ; l'évaluateur demande le résultat d'un test s'il en existe un, et son rapport contient, à défaut, une réserve type indiquant que la concentration n'a pas été mesurée. L'incidence est modeste lorsque le

2. L'ACQC signale que la norme BNQ 3661-500, publiée en 2012, encadre la conception des drains dans les sols propices aux dépôts d'ocre (Association des consommateurs pour la qualité dans la construction 2026b).

3. Page mise à jour le 8 octobre 2026 ; les normes du programme (SHQ, PDF) ont été consultées le même jour.

marché local connaît mal le phénomène et que le coût d'atténuation est faible par rapport à la valeur ; elle est réelle dans les secteurs où les tests sont devenus usuels dans les promesses d'achat.

Le **câblage en aluminium** équipe de nombreuses résidences câblées à la fin des années 1960 et au début des années 1970, période de forte hausse du prix du cuivre ; le risque tient aux connexions, où la dilatation et l'oxydation du métal desserrent les contacts et échauffent les boîtes, non au conducteur lui-même. L'évaluateur repère la gaine marquée du mot « aluminium » ou de l'abréviation « AL » dans le panneau et note la présence de dispositifs CO/ALR ou de connecteurs de transition ; il ne manipule rien sous tension. L'incidence passe par le coût de correction des connexions par un maître électricien et, souvent, par les conditions d'assurance, que les comparables ne révèlent qu'imparfaitement ; le rapport la déclare et la chiffre comme dépréciation curable. La **plomberie galvanisée**, courante avant les années 1960, se reconnaît à ses tuyaux gris filetés et à ses symptômes (pression faible, eau colorée au premier jet, corrosion aux raccords avec le cuivre) ; son remplacement, selon qu'il exige d'ouvrir des murs finis ou non, est une dépréciation curable ou incurable (chapitre 24). Ces deux affirmations relèvent de la pratique courante du bâtiment et non d'une source officielle vérifiée pour les besoins de l'ouvrage ; elles sont consignées comme telles dans le registre des affirmations de l'annexe.

Le **chauffage au mazout** enfin est en voie de disparition réglementée. Le Règlement sur les appareils de chauffage au mazout interdit l'installation d'un appareil au mazout dans les constructions résidentielles neuves et, dans les bâtiments existants d'au plus 600 m² et trois étages, le remplacement d'un appareil au mazout par un appareil fonctionnant à un combustible fossile ; l'entretien demeure permis tant qu'il se limite à l'entretien normal d'un appareil de moins de vingt ans (dix ans pour un chauffe-eau), les réparations majeures étant interdites ; le retrait d'un réservoir doit être déclaré et réalisé selon les normes (Gouvernement du Québec 2026e ; Gouvernement du Québec 2021)[4]. Pour l'évaluateur, un appareil au mazout proche de vingt ans n'est plus une composante dépréciée : c'est une conversion certaine à court terme, dont le coût (appareil, entrée électrique souvent à augmenter, retrait du réservoir) est une dépréciation curable de la méthode du coût et une dépense immédiate dans la méthode de comparaison, les programmes d'aide, lorsqu'ils existent, venant en déduction (chapitre 44). Un réservoir enfoui ajoute un risque de contamination du sol qui relève du chapitre 43.

Garanties et déclarations : ce que l'inspection peut présumer

Trois cadres québécois conditionnent la lecture d'un formulaire d'inspection. Pour un bâtiment neuf visé par le Plan de garantie des bâtiments résidentiels neufs (unifamiliales isolées, jumelées ou en rangée, duplex à quintuplex, petites copropriétés), les malfaçons non apparentes sont couvertes un an après la réception, les vices cachés trois ans et les vices de conception, de construction ou du sol cinq ans, sous des plafonds de 300 000 $ par unifamiliale et de 200 000 $ par logement pour un multifamilial (Québec 1998, art. 10, 13, 14), la garantie étant transférable à l'acquéreur (Garantie de construction

4. Le communiqué d'édiction du règlement fixe les interdictions au 31 décembre 2021 pour le neuf et au 31 décembre 2023 pour les remplacements. Le texte réglementaire lui-même n'a pas été relu : les seuils cités proviennent de la page gouvernementale.

résidentielle 2026b) ; l'évaluateur d'un immeuble récent consigne l'existence de la garantie et des réclamations en cours. Pour un immeuble vendu par courtier, les déclarations du vendeur constituent une source d'information que l'évaluateur cite comme telle, sans la vérifier, mais dont il relève les contradictions avec ses observations (Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec 2022a). Pour les travaux récents, le Code de construction en vigueur repose sur le Code national du bâtiment 2020 modifié pour le Québec depuis le 17 avril 2025, avec une période de transition pendant laquelle les dispositions antérieures peuvent s'appliquer aux travaux commencés avant le 17 octobre 2027 (Québec 2022) ; l'évaluateur n'atteste pas la conformité, mais il sait qu'un bâtiment ancien n'a pas à satisfaire au code actuel et qu'une non-conformité apparente n'est une désuétude fonctionnelle que si le marché la sanctionne (chapitre 24). Ces textes ont été vérifiés dans leur version à jour au 1er juillet 2026 (règlements) ou au 15 octobre 2026 (lois).

B.8 Exemple rempli : le sujet du cas 1

Données synthétiques

L'exemple qui suit est entièrement fictif. Il porte sur la maison du dossier de cas 1 décrite dans `data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json` (maison à étages du secteur Hull, construite en 1998, 165 m² habitables, terrain de 620 m², quatre chambres, deux salles de bain, garage simple, sous-sol fini, cote de qualité 3) et utilisée aux chapitres 16, 17, 21, 24 et 45. Les observations, les âges apparents et les cotes de composantes ont été rédigés pour l'annexe afin d'être cohérents avec la cote d'état générale de 3 du dossier ; ils ne proviennent d'aucune inspection réelle et aucun montant n'y figure, les chiffres du dossier étant calculés par les scripts de `analysis/python/traite/cas1.py` et des chapitres cités.

Le tableau B.6 montre comment le formulaire 1 se remplit sur le terrain. On y voit le passage des faits aux codes : la toiture de 2014, cotée 3 avec un âge apparent de douze ans, n'appelle aucune incidence immédiate mais entre dans l'âge effectif ; le chauffe-eau de 2013 est en fin de vie et reçoit une incidence négative ; la fissure du mur ouest, de faible largeur et sans déversement, est consignée avec sa mesure, photographiée, et renvoyée à une réserve plutôt qu'à une hypothèse extraordinaire parce que rien n'indique un désordre structural ; le sous-sol fini de bonne qualité, le garage et la thermopompe récente donnent au sujet un avantage sur les comparables qui n'en ont pas, ce que la grille d'ajustements du chapitre 17 traduira en dollars. La synthèse, enfin, aboutit à une cote générale de 3 et à un âge effectif inférieur à l'âge chronologique, parce que plusieurs composantes de courte durée ont été renouvelées ; c'est ce chiffre que le chapitre 24 utilise.

Tableau B.6. Formulaire 1 rempli pour le sujet du cas 1 (inspection fictive du 1er septembre 2026, celle du chapitre 11 ; données synthétiques)

Élément	État	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
A. Identification				
Adresse, lot, date	123, rue des Érables (fictive), Hull ; lot fictif ; 1er septembre 2026, 9 h 30 à 11 h 15 ; propriétaire présent ; temps sec			
Parties non visitées	Entretoit observé depuis la trappe seulement ; remise verrouillée			
Documents consultés	Rôle 2025, certificat de localisation, fiche de courtage, DV du vendeur, factures de la toiture (2012), de la thermopompe (2016) et du chauffe-eau (2019), attestation de rénovation des salles de bain (2015) ; zonage résidentiel, hors zone inondable selon la carte en vigueur			
B. Site et terrain				
Topographie, drainage	3	—	Terrain plat ; pente négative vers la fondation du côté nord-est ; aucune eau stagnante (ph. 1–2)	− (correction de la pente, curable)
Aménagement, arbres	3	—	Érable mature à 4 m du mur est ; haie de cèdres	0
Entrée, stationnement	1	28	Asphalte d'origine, fissuré sur toute sa surface et affaissé ; deux cases devant le garage (ph. 3)	− (réfection complète)
Remise, clôture	3	20	Remise de bois 8 pi × 10 pi, clôture de mailles ; pas de piscine	0
Services	5	—	Aqueduc et égout municipaux	0
Zone inondable	non	—	Carte consultée le 31 août 2026	0
C. Fondations et structure				
Type	Béton coulé, sous-sol pleine hauteur (2,35 m libre)			
Murs de fondation	3	28	Fissure de retrait verticale de 0,5 mm au mur nord-est, au droit de la pente négative, avec efflorescence ; sans déversement (ph. 7–8)	− (colmatage, curable)
Dalle sous-sol et garage	4	28	Aucun soulèvement ni fissure en étoile ; dalle du garage plane ; aucun signe de pyrite (ph. 9)	0
Drainage, puisard	3	28	Drain français d'origine, non vérifié par caméra ; aucun dépôt d'ocre ; eau claire	0 (réserve)
Humidité, infiltrations	4	—	Aucune trace ; DV : aucune infiltration déclarée	0
Charpente visible	4	28	Solives de bois d'ingénierie, aucune flèche visible	0
D. Enveloppe				
Revêtement	Brique en façade et pignons, fibrociment repeint en 2018 sur les côtés et l'arrière			

suite à la page suivante

Tableau B.6 (suite)

Élément	État	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
État du revêtement	4	28	Brique saine, joints intacts ; fibrociment sans fissure ; deux linteaux d'acier avec rouille de surface au-dessus des fenêtres arrière (ph. 12)	− (curable mineur)
Solins, scellants	2	28	Solin de la cheminée oxydé ; calfeutrage sec au pourtour des fenêtres	− (curable mineur)
Soffites, fascias	4	14	Aluminium 2012, ventilés	0
Balcon arrière	2	28	Bois traité d'origine ; garde-corps lâche, trois planches pourries (ph. 13)	− (réparation, curable)
Porte de garage	4	8	Isolée, ouvre-porte 2018	+ (garage vs comparables sans garage)
Isolation des murs	Laine minérale visible à une ouverture du sous-sol ; aucune vermiculite ni MIUF déclarée			
E. Toiture				
Type	Bardeau d'asphalte, pente forte, refait en 2012 (facture)			
Couvrement	3	14	Perte de granules localisée sur le versant sud, aucun bardeau relevé (ph. 14)	0
Solins, évents	3	14	Évents de plastique ; solin de la cheminée oxydé (voir enveloppe)	0
Gouttières	2	28	Gouttière arrière désolidarisée de la bordure ; descentes rejetant à 1 m des fondations	− (refixation, curable)
Entretoit	3	28	Vu de la trappe : isolant continu, pare-vapeur visible, aucune trace de givre ni de moisissure ; aucune vermiculite visible	0
F. Fenestration				
Type	PVC, vitrage double, seize fenêtres d'origine (1998)			
État	3	28	Deux thermos embués (ph. 16) ; calfeutrage sec ; mécanismes fonctionnels	− (curable mineur)
G. Intérieur				
Planchers	3	28 / 17	Bois franc d'origine au rez-de-chaussée et à l'étage, céramique d'origine aux pièces d'eau ; flottant de 2009 au sous-sol, gondolé au pied du mur nord-est	0
Murs, plafonds	4	5	Aucune fissure significative ; peinture de 2021	0
Cuisine	3	28	Armoires et comptoirs d'origine, fonctionnels, finis datés (ph. 18)	0

suite à la page suivante

Tableau B.6 (suite)

Élément	État	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Salles de bain (2)	4	11	Vanités et accessoires rénovés en 2015 (attestation), ventilateurs	0
Sous-sol fini	4	10	Salle familiale, chambre, salle de bain ; plafond suspendu ; hauteur 2,35 m	+ (vs comparables non finis)
Foyer	3	28	Foyer au bois d'origine, conduit ramoné selon le propriétaire ; aucun certificat vu ; solin de cheminée oxydé	0
H. Électricité				
Entrée et panneau	200 A, disjoncteurs, cuivre ; espace libre pour 6 circuits			
Câblage visible	4	28	Aucun aluminium ; boîtes fermées	0
Prises, détecteurs	4	—	DDFT aux salles de bain et à la cuisine ; détecteurs de fumée à chaque niveau, CO au sous-sol	0
I. Plomberie				
Distribution, évacuation	Cuivre d'origine avec modifications en PEX, ABS ; aucun galvanisé			
Chauffe-eau	4	7	Électrique 60 gal, 2019 (facture), bon état, sans bac (ph. 21)	0
Appareils	4	—	Pression normale, aucune fuite	0
J. Chauffage, ventilation				
Système	Plinthes électriques d'origine + thermopompe centrale (2016, facture) ; aucun mazout			
Appareils	3	10 / 28	Thermopompe 2016 entretenue ; plinthes fonctionnelles	+ (vs comparables sans thermopompe)
Ventilation	2	28	VRC d'origine fonctionnel mais bruyant, noyau encrassé (fin de vie) ; ventilateurs de salles de bain vers l'extérieur	− (remplacement à prévoir)
K. Environnement intérieur				
Radon	Aucun test déclaré ; aucun système d'atténuation ; réserve type au rapport			
Amiante	Aucun signe (construction 1998)			
Déclarations	DV : aucun sinistre, aucune réclamation, aucun travail sans permis déclaré			
L. Synthèse				
Cote générale	3	—	Entretien normal pour l'âge (indice pondéré 2,81 au chapitre 11) ; composantes de courte durée partiellement renouvelées ; aucun désordre structural apparent	

suite à la page suivante

Tableau B.6 (suite)

Élément	État	Âge app.	Observations (n° photo)	Incidence
Âges	Chronologique 28 ans ; âge effectif de la structure 29 ans (bloc de longue durée coté 3, vie de 60 ans, équation (11.3)) ; composantes de courte durée dépréciées une à une selon leur âge effectif propre (toiture, thermopompe, chauffe-eau et salles de bain renouvelés ; fenêtres, cuisine, VRC et entrée d'origine)			
Travaux immédiats	Réfection de l'entrée asphaltée ; colmatage de la fissure et correction de la pente ; remplacement de deux thermos et calfeutrage ; réparation du balcon ; solin de cheminée et refixation de la gouttière (cinq interventions du chapitre 11)			
Moyen terme	VRC en fin de vie ; fenêtres, armoires de cuisine et revêtement de fibrociment d'origine (5 à 10 ans)			
À expertiser	Aucun ; drain français non vérifié par caméra, consigné en réserve avec recommandation de suivi			
Photographies, mesures	24 photographies ; périmètre extérieur mesuré au télémètre, conforme au certificat de localisation			

Source : [DONNÉES SYNTHÉTIQUES] exemple rédigé pour l'annexe à partir de `cas1_gatineau_sujet.json` ; aucun montant ; les constats, les années de remplacement, la cote 3 et l'âge effectif de 29 ans sont ceux de la fiche du chapitre 11 (tableau 11.5) que les chapitres 21, 24 et 45 utilisent ; les cotes sont exprimées dans l'échelle du tableau B.1 (5 = meilleur).

Erreurs fréquentes

- Coter l'état par rapport au neuf plutôt que par rapport à l'âge : une maison de 1998 bien entretenue est un « 4 », non un « 2 » parce qu'elle n'est pas neuve ; l'âge entre par l'âge effectif, pas deux fois.
- Écrire des interprétations au lieu de faits (« fondation problématique ») : seule la description mesurée, photographiée et datée résiste à la contestation.
- Omettre de consigner les parties non visitées et les refus d'accès, puis conclure comme si tout avait été vu : la règle 2.4 exige que l'exception soit expliquée, et l'hypothèse qui en découle doit être déclarée.
- Transformer un signe d'alerte en diagnostic (« présence de pyrite ») ou, à l'inverse, le taire pour ne pas inquiéter : la conduite correcte est la description du signe, la recommandation d'expertise et l'hypothèse extraordinaire avec son incidence.
- Ouvrir, sonder ou déplacer ce que l'on n'est pas autorisé ni formé à manipuler (panneau sous tension, isolant suspect, trappe scellée).
- Compter deux fois le même désordre : une fois comme dépense immédiate dans la comparaison, une fois comme dépréciation curable dans le coût, puis encore dans la cote d'état qui sert à l'ajustement.
- Confondre l'inspection d'évaluation avec une inspection préachat et laisser le client croire que le rapport d'évaluation en tient lieu.

Limites et mises en garde

Les formulaires de cette annexe sont une convention de l'ouvrage, non un modèle imposé par l'Ordre ; les Normes de pratique professionnelle n'imposent aucun formulaire d'inspection et se bornent à exiger que l'inspection ait lieu et qu'elle soutienne la description, l'analyse de l'usage et les comparaisons. L'échelle de cotation à cinq niveaux et la pondération par le coût sont des choix pédagogiques cohérents avec les dossiers synthétiques du livre ; d'autres cabinets emploient d'autres échelles, et la comparabilité entre inspecteurs n'est jamais acquise sans étalonnage. Les contextes « probables » du tableau B.5 (époques, régions) sont des repères issus de sources d'associations et d'organismes publics consultées le 31 octobre 2026 ; les affirmations relatives à la période d'installation du câblage en aluminium et à la plomberie galvanisée relèvent de la pratique du bâtiment et n'ont pas été vérifiées dans une source officielle. Les seuils du Règlement sur les appareils de chauffage au mazout ont été lus sur la page gouvernementale et non dans le texte réglementaire. L'exemple rempli est fictif et ne saurait servir de référence pour une maison réelle du même âge.

À retenir

- L'inspection est obligatoire (règle 2.4 des NPP) ; elle est visuelle, orientée vers la valeur, et se distingue de l'inspection préachat et de l'expertise, vers lesquelles elle renvoie en cas de signe d'alerte.
- Quatre colonnes suffisent : cote d'état de 1 à 5 appréciée par rapport à l'âge, âge apparent, observations factuelles photographiées, incidence codée (+, −, 0) ; les montants se calculent au bureau.
- La cote générale et l'âge effectif sont des moyennes pondérées par la part de chaque composante dans le coût neuf (équation (B.1)) ; ils alimentent la méthode du coût (équation (B.2)) et la variable d'état des ajustements.
- Trois formulaires emboîtés : la maison ; le plex (fiche par logement, baux, aires communes) ; l'immeuble de six logements et plus (systèmes centraux, sécurité incendie, accessibilité, stationnement, documents de gestion).
- Les pathologies québécoises (pyrite, ocre ferreuse, pyrrhotite, vermiculite, MIUF, radon, aluminium, galvanisé, mazout) se repèrent par des signes et des contextes ; elles se traitent par la réserve, l'hypothèse extraordinaire avec incidence ou la dépréciation curable, jamais par un diagnostic de l'évaluateur.
- Le formulaire, les photographies et les mesures restent au dossier au moins cinq ans ; ils sont la preuve de l'étendue du travail décrite au rapport (annexe C pour les textes-types).

C

Modèles de rapport d'évaluation

Le rapport est le seul produit de l'évaluation que le client, le prêteur, le tribunal ou le syndic de l'Ordre verront jamais ; les heures d'inspection, de recherche et de calcul n'existent, pour eux, que par ce qu'il en dit. Cette annexe rassemble les modèles que l'ouvrage utilise et recommande : le plan commenté du rapport narratif complet, construit sur les douze éléments de contenu minimal que les Normes de pratique professionnelle imposent à tout rapport écrit ; le modèle propre aux immeubles à revenus, qui ajoute à ce plan les sections que l'analyse d'un multilogement exige ; le modèle du rapport abrégé, ou formulaire court, pour les mandats courants ; des textes-types pour les hypothèses de base, les conditions limitatives, les hypothèses extraordinaires, l'avertissement sur l'emploi de données synthétiques ou de modèles statistiques, et la structure de l'attestation ; enfin, la liste de contrôle que l'auteur applique à la révision d'un rapport avant sa signature. Les modèles paraphrasent les exigences de l'Ordre sans en reproduire le texte, conformément aux principes de l'ouvrage ; le chapitre 10 expose le cadre normatif dont ils découlent, et le chapitre 47 en montre l'application complète à un dossier.

C.1 Le rapport écrit : formes, contenu minimal, responsabilité

Les Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ distinguent trois formes de rapport écrit, le rapport narratif complet, le rapport abrégé et le rapport de mise à jour, et elles leur imposent le même contenu minimal de douze éléments, la forme ne changeant que la profondeur du traitement, que la norme résume par les verbes décrire, résumer et mentionner (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règles 2.2 et 2.3). La liste des douze éléments, que le chapitre 10 analyse en détail, se lit comme une table des matières imposée en désordre : identification physique et légale de l'immeuble ; droits de propriété évalués ; but et fin de l'évaluation ; définition de la valeur ; date d'évaluation ; étendue du travail ; réserves et hypothèses de base, y compris les hypothèses extraordinaires avec leur incidence ; traitement de l'information et raisonnement ; usage le meilleur et le plus profitable ; justification du rejet d'une méthode traditionnelle ; déclaration de conformité à la substance de l'évaluation et exposé des écarts aux directives ; attestation. Les modèles de cette annexe ne font rien d'autre que mettre ces douze éléments dans un ordre de lecture et les entourer de ce qu'un lecteur attend d'un document professionnel : une lettre, un sommaire, des annexes.

Trois dispositions du Code de déontologie encadrent le document. L'évaluateur agréé signe tout rapport en indiquant sa qualité (Québec 2000, art. 34) ; le rapport est conforme aux normes et fait état de la méthodologie et de l'étendue des recherches (Québec 2000, art. 41) ; et aucune clause ne peut exclure la responsabilité civile du signataire (Québec 2000, art. 32), ce qui donne aux réserves et hypothèses leur véritable fonction : délimiter le travail, non s'en exonérer. La signature emporte la responsabilité entière du contenu et des conclusions (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.5), et le dossier qui soutient le rapport est conservé au moins cinq ans (Québec 2026f, art. 6).

La comparaison avec les cadres voisins éclaire le modèle québécois. Les normes canadiennes de l'Institut canadien des évaluateurs consacrent une norme distincte à la communication des résultats (*Reporting*) et définissent avec précision l'hypothèse extraordinaire, la condition hypothétique et la condition limitative extraordinaire (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3 et norme *Reporting*) ; les normes internationales imposent de documenter les données, les intrants et les modèles qui soutiennent la conclusion (International Valuation Standards Council 2025) ; et le Red Book de la RICS consacre à la rédaction du rapport sa norme VPS 6 (Royal Institution of Chartered Surveyors 2024). Les NPP sont plus concises, mais elles ne sont pas moins exigeantes : le huitième élément, traitement de l'information et raisonnement, est une obligation de traçabilité que les modèles ci-dessous traduisent par une règle simple, chaque chiffre du texte doit pouvoir être retrouvé dans un tableau ou une annexe, et chaque tableau doit indiquer sa source.

Paraphraser l'Ordre sans le reproduire

Les textes-types de cette annexe sont des formulations de l'auteur. Ils ne reproduisent ni le modèle de réserves et d'hypothèses de base de l'annexe E des Normes ni la formule d'attestation que la règle 2.3 impose ; l'évaluateur agréé doit utiliser pour l'attestation le texte prescrit par l'Ordre, dont les modèles ci-dessous ne donnent que la structure, et il adapte le modèle de l'annexe E à chaque mandat plutôt que de le recopier. Un rapport dont les hypothèses sont un bloc standard jamais relu est un rapport dont l'étendue du travail est inconnue de son propre auteur.

C.2 Modèle 1 : plan commenté du rapport narratif complet

Le rapport narratif complet est la forme réservée aux mandats où le lecteur doit pouvoir suivre et contester chaque étape : litiges, expropriation, contestation d'évaluation foncière, immeubles complexes, mandats institutionnels. Il n'a pas de plan imposé ; il a un contenu imposé et un ordre d'usage, que le tableau C.1 présente en mettant chaque section en regard de l'élément de la règle 2.3 qu'elle satisfait et des pièges les plus fréquents. La troisième colonne est la plus importante : elle dit ce que le lecteur doit trouver, non ce que l'auteur veut dire.

Tableau C.1. Plan commenté du rapport narratif complet et correspondance avec les douze éléments de la règle 2.3 des NPP

Section du rapport	Élém.	Contenu attendu	Pièges fréquents
Partie liminaire			
Page titre	1, 5	Adresse, type d'immeuble, photographie, client, date d'évaluation, date du rapport, numéro de dossier, signataires	Confondre date d'évaluation et date du rapport
Lettre d'envoi	2, 3, 5, 7, 12	Destinataire, mandat reçu, immeuble, droits évalués, date d'évaluation, conclusion de valeur en lettres et en chiffres, rappel des hypothèses extraordinaires, renvoi aux réserves, signature	Conclusion sans rappel de l'hypothèse extraordinaire ; valeur donnée au dollar près
Table des matières, liste des tableaux et annexes	—	Pagination ; chaque tableau numéroté	—
Sommaire des faits saillants	1–5, 9	Une page : identification, droits, but, définition retenue, dates, usage conclu, indications par méthode, valeur finale, délai d'exposition	Sommaire qui diffère du corps du rapport après une révision
Prémisses de l'évaluation			
Mandat, but et fin	3	Qui demande, pour quelle décision, quelle valeur est recherchée, qui peut se fier au rapport	Fin non précisée (financement, litige, fiscalité) alors qu'elle gouverne la base de valeur
Définition de la valeur	4	Texte de la définition retenue avec sa source (valeur marchande des NPP ; valeur réelle de la LFM ; autre base IVS)	Mélanger la définition des NPP et celle de la LFM, ou citer une définition sans source
Droits de propriété évalués	2	Pleine propriété ou droit démembré ; charges, servitudes, baux, restrictions de droit public ; copropriété : fraction et quote-part	Oublier que les baux en vigueur grèvent le droit du locateur ; ignorer une servitude du certificat de localisation
Dates	5	Date d'évaluation, date d'inspection, date du rapport ; évaluation rétrospective ou prospective déclarée	Date d'évaluation implicite ; marché analysé à une autre date que celle de l'évaluation
Étendue du travail	6	Inspection (date, durée, parties vues et non vues), documents examinés, recherches de marché, sources de données avec dates de consultation, méthodes appliquées et écartées, limites	Liste de ce qui a été fait sans ce qui ne l'a pas été ; sources sans date
Réserves et hypothèses de base	7	Conditions limitatives ; hypothèses de base ; hypothèses extraordinaires avec incidence sur la valeur	Bloc standard jamais adapté ; hypothèse extraordinaire sans incidence chiffrée
Présentation des données			

suite à la page suivante

Tableau C.1 (suite)

Section du rapport	Élém.	Contenu attendu	Pièges fréquents
Région, ville, secteur	8	Données démographiques et économiques pertinentes, offre et demande du segment, tendance des prix et des loyers, sources datées	Copier un texte régional générique sans lien avec le sujet
Site	1	Lot, dimensions, superficie, topographie, services, zonage et conformité apparente, servitudes, zone inondable ou de mobilité, contamination connue	Superficie du rôle non confrontée au certificat de localisation
Bâtiment	1	Description par composante, année, superficies mesurées, état et âge effectif (annexe B), travaux récents et à prévoir, photographies	Description sans cote d'état ; superficies de source non déclarée
Données fiscales	1, 8	Valeur au rôle (date de référence, exercice du rôle), taxes municipales et scolaires, droits de mutation prévisibles	Présenter la valeur au rôle comme une indication de valeur marchande
Historique et mise en marché	8	Ventes antérieures du sujet (registre foncier), inscriptions en cours, offres connues	Omettre une vente récente du sujet qui contredit la conclusion
Analyse			
Usage le meilleur et le plus profitable	9	Terrain vacant puis tel qu'aménagé : légalement permis, physiquement possible, financièrement faisable, maximalement productif ; conclusion motivée	Paragraphe de pure forme qui conclut à l'usage actuel sans examen
Méthodes retenues et écartées	10	Pourquoi chaque méthode traditionnelle est appliquée ou non, avec la raison propre au dossier	Écarter la méthode du coût « parce que l'immeuble est ancien » sans autre motif
Méthode de comparaison	8	Critères de sélection, tableau des ventes, vérification de chaque vente, grille d'ajustements avec dérivation de chaque ajustement, réconciliation des indications, fourchette	Ajustements sans dérivation ; comparables non vérifiés ; grille dont les totaux ne se recalculent pas
Méthode du coût	8	Valeur du terrain (méthode, comparables), coût neuf (source, date, indice), dépréciations par type avec mesure, sommation	Double comptage entre dépréciation physique et désuétude ; coût d'un barème sans indexation à la date
Méthode du revenu	8	Voir le modèle 2 (section C.3)	—
Réconciliation	8	Pondération motivée des indications selon la qualité des données et la pertinence de chaque méthode ; incertitude ; valeur finale arrondie selon la précision des données	Moyenne arithmétique non motivée ; précision affichée supérieure à celle des données
Conclusion et attestation			

suite à la page suivante

Tableau C.1 (suite)

Section du rapport	Élém.	Contenu attendu	Pièges fréquents
Conclusion de valeur	7, 12	Valeur finale en lettres et en chiffres, date, droits évalués, rappel des hypothèses extraordinaires, délai d'exposition raisonnable	Oublier le rappel de l'hypothèse extraordinaire exigé à chaque énoncé de la conclusion
Déclaration de conformité	11	Conformité à la substance de l'évaluation (règle 1.2) ; écarts aux directives convenus avec le client et expliqués	Écart non déclaré ; déclaration absente du rapport abrégé
Attestation	12	Texte prescrit par la règle 2.3, daté, signé, avec la qualité du signataire (section C.5.4)	Attestation signée par un signataire qui n'a pas inspecté sans que cela soit dit
Annexes			
Photographies, plans, croquis	1, 6	Numérotées et renvoyées depuis le texte	—
Fiches des comparables	8	Une fiche par vente : adresse, date, prix, source, vérification, caractéristiques, photographie	Fiches absentes « pour alléger » : le rapport n'est plus vérifiable
Documents consultés	6	Titres, certificat de localisation, rôle, zonage, baux, états financiers, rapports d'expertise	—
Qualifications du signataire	12	Permis, formation, expérience pertinente	—

Source : structure de l'auteur d'après la règle 2.3 des NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024) et l'ordre d'usage des manuels de référence (Appraisal Institute 2026) ; la colonne « Élém. » indique l'élément de la règle 2.3 principalement satisfait et relève de l'interprétation de l'auteur.

C.2.1 Commentaires de rédaction

La *lettre d'envoi* est lue par ceux qui ne liront rien d'autre ; elle doit donc être complète au regard de la règle 2.3 pour les éléments qu'elle aborde. Elle énonce la conclusion de valeur en lettres et en chiffres, précise la date à laquelle cette conclusion s'applique et les droits qu'elle vise, et répète les hypothèses extraordinaires, puisque la norme exige ce rappel à chaque énoncé de la conclusion (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 7). Elle ne donne pas la valeur au dollar près : la précision de la conclusion est celle des données, et l'annexe D fixe la convention d'arrondi de l'ouvrage, au millier ou aux cinq mille dollars près selon le cas.

Les *prémisses* forment le contrat de lecture. La définition de la valeur est reproduite intégralement avec sa source, parce que le lecteur doit savoir si la valeur marchande des NPP, la valeur réelle de la Loi sur la fiscalité municipale, qui suppose notamment l'immeuble libre de baux et se rapporte à une date de référence antérieure (Québec 1979b, art. 43–46), ou une base de valeur des normes internationales (International Valuation Standards Council 2025) gouverne la conclusion ; le chapitre 2 explique pourquoi ces bases divergent et le chapitre 9 ce qu'il en coûte de les confondre. Les droits évalués sont décrits à partir des titres et du certificat de localisation, et pour un immeuble locatif le rapport dit explicitement

que la pleine propriété est grevée des baux en vigueur, que l'aliénation ne résilie pas (Québec 1991, art. 1937). L'étendue du travail est rédigée en deux temps : ce qui a été fait, puis ce qui ne l'a pas été ; la seconde liste protège le lecteur et l'évaluateur mieux que n'importe quelle clause générale.

La *présentation des données* sépare rigoureusement l'observé du construit. Les faits (superficie mesurée, prix d'une vente, loyer d'un bail, valeur au rôle) sont donnés avec leur source et leur date ; les estimations (âge effectif, cote d'état, loyer de marché) sont annoncées comme telles. La valeur au rôle apparaît dans les données fiscales, avec la date de référence du rôle et la mention qu'elle n'est pas une indication de valeur marchande à la date d'évaluation ; le chapitre 9 et le chapitre 47 montrent que l'écart entre les deux peut être important sans qu'aucune ne soit erronée.

L'*analyse* est le lieu de la traçabilité. Chaque ajustement de la méthode de comparaison est dérivé (appariement, régression, coût déprécié, analyse de loyers) et la dérivation est au rapport ou en annexe, suivant les chapitres 17 et 18 ; chaque coût de la méthode du coût porte sa source et sa date d'indexation (chapitres 21 et 23) ; chaque dépréciation sa mesure (chapitre 24). La réconciliation n'est pas une moyenne : elle explique pourquoi une indication pèse plus qu'une autre, en fonction de la quantité et de la qualité des données qui la soutiennent et de la pertinence de la méthode pour l'acheteur type, et elle dit l'incertitude qui demeure, par une fourchette ou un intervalle lorsque les données le permettent (chapitre 20). Le rejet d'une méthode traditionnelle reçoit une raison propre au dossier (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 10) : l'absence de ventes de terrains comparables, l'impossibilité de mesurer avec fiabilité la dépréciation d'un immeuble de soixante ans à revenus, l'inexistence d'un marché locatif pour une maison unifamiliale de haut de gamme.

C.3 Modèle 2 : rapport d'un immeuble multilogement

L'évaluation d'un immeuble à revenus suit le plan du modèle 1, auquel elle ajoute les sections que la méthode du revenu exige et que le prêteur, lecteur habituel de ces rapports, attend. Le tableau C.2 les énumère avec les tableaux que chacune doit contenir ; le chapitre 47 en donne une application complète pour un immeuble de douze logements, et les chapitres 32 et 33 traitent respectivement des plex et des immeubles de six logements et plus. L'ordre proposé suit la logique du calcul : des baux au revenu, du revenu aux dépenses, du revenu net aux taux, des taux à la valeur, puis de la valeur au financement et au risque, ces deux derniers thèmes étant présentés comme de la consultation et non comme des éléments de l'opinion de valeur, puisque la valeur marchande ne dépend pas du prêt que tel acheteur contractera.

Tableau C.2. Sections supplémentaires du rapport d'un immeuble multilogement et tableaux attendus

Section	Contenu	Tableaux attendus (unités)
État locatif	Liste des logements : typologie, superficie, loyer contractuel, inclusions, échéance, ancienneté du locataire, loyer de marché estimé et sa source, écart ; logements vacants et non visités ; avis et dossiers en cours devant le Tribunal administratif du logement	État locatif à la date d'évaluation ($/mois, $/an, m^2, $/$m^2$) ; sommaire par typologie ; écart contractuel-marché (% et $)
Cadre juridique des loyers	Reconduction des baux, critères de fixation en vigueur et pourcentage de base de l'année, restrictions aux reprises et évictions, conséquences pour la trajectoire des loyers (chapitres 26 et 34)	Hypothèses de croissance des loyers contractuels et de marché, rotation retenue, source de chaque paramètre
Revenus	Revenu brut potentiel, inoccupation et mauvaises créances (marché local, historique du sujet, hypothèse retenue), revenus accessoires, revenu brut effectif	Rapprochement historique de trois exercices et revenu prospectif de première année ($)
Dépenses normalisées	Poste par poste : taxes au rôle en vigueur et taux de l'exercice, assurances, énergie des aires communes et des logements chauffés par le locateur, entretien et réparations, gestion (imputée si le propriétaire gère lui-même), salaires, déneigement et paysagement, réserve de remplacement (convention déclarée)	Historique de trois exercices, normalisation et justification de chaque écart ($, $/logement, % du RBE)
Revenu net d'exploitation	Identité du calcul et convention relative à la réserve et aux dépenses en capital (annexe D)	Tableau de passage du RBP au RNE ($)
Taux	Extraction du taux global sur des ventes vérifiées (RNE de chaque vente calculé avec la même convention), statistiques de la distribution, comparaison avec les enquêtes publiées, choix motivé ; taux d'actualisation et taux terminal pour le DCF avec leur dérivation (chapitres 29 et 30)	Ventes d'extraction (prix, RNE, taux, date, logements) ; statistiques (médiane, quartiles) ; taux retenus et justification
Capitalisation directe	Application $V = RNE_1 / R$; sensibilité au taux et au RNE	Indication de valeur, $/logement, multiplicateur du revenu brut ; tableau de sensibilité (± 25 à 50 points de base)
Flux actualisés	Horizon, hypothèses de croissance, rotation et rattrapage, inoccupation, dépenses, dépenses en capital datées, valeur terminale et coûts de vente, taux ; part de la valeur terminale dans la valeur	Projection annuelle complète ($) ; valeur terminale ; décomposition de la valeur présente ; sensibilité aux taux et à la croissance

suite à la page suivante

Tableau C.2 (suite)

Section	Contenu	Tableaux attendus (unités)
Comparaison par unité	Ventes d'immeubles comparables : prix par logement, par m^2, multiplicateur ; ajustements dérivés	Grille des ventes ; indication par unité et par multiplicateur
Réconciliation	Pondération des indications, incertitude, valeur finale, valeur par logement, taux implicite ; rapport à la valeur au rôle avec explication de l'écart (date, droit évalué)	Tableau de réconciliation ; fourchette
Financement (consultation)	Prêt maximal selon le ratio prêt-valeur et la couverture de la dette aux conditions courantes, service de la dette, flux après dette, levier, point mort d'occupation ; produits assurés si pertinents (chapitre 31)	Indicateurs RPV, RCD, constante hypothécaire ; scénarios de taux au renouvellement
Test de résistance (consultation)	Scénarios ou simulation : lois des intrants déclarées, résultats en quantiles, probabilité de rupture des ratios ; interprétation prudente (chapitre 40)	Scénarios (base, défavorable, sévère) ; quantiles de la valeur et des ratios ; tornade

Source : structure de l'auteur, cohérente avec les sections du dossier du chapitre 47 et avec les conventions de l'annexe D.

Trois points de méthode méritent d'être rappelés dans le rapport lui-même, parce que les lecteurs les ignorent souvent. Le premier est la *cohérence des conventions* : le revenu net capitalisé et les revenus nets des ventes d'extraction sont calculés de la même manière, avec ou sans réserve de remplacement, avec les taxes du même type de rôle, avec une gestion imputée ou non ; la convention de l'ouvrage, exposée à l'annexe D, est d'inclure la réserve dans le revenu net de la capitalisation directe et de traiter les dépenses en capital explicitement dans les flux actualisés. Le rapport déclare la convention et montre qu'elle est respectée. Le deuxième est la *distinction entre le revenu contractuel et le revenu de marché* : au Québec, les baux se reconduisent et les augmentations sont encadrées, de sorte que le revenu de première année est celui des baux en vigueur, et le rattrapage vers le marché passe par la rotation ; projeter le revenu de marché dès la première année surévalue l'immeuble et méconnaît le droit évalué. Le troisième est la *nature des indicateurs de financement et de risque* : ils sont utiles au prêteur, ils dépendent de l'emprunteur et des conditions de crédit du moment, et ils ne modifient pas la valeur marchande ; le rapport les place dans une section distincte, identifiée comme de la consultation, et l'attestation ne les couvre pas comme opinion de valeur.

Le rapport multilogement peut s'appuyer sur un petit nombre d'identités que le réviseur recalcule systématiquement (section C.6) :

$$RBE = RBP\,(1 - v) + R_{\text{autres}}, \tag{C.1}$$

$$RNE_1 = RBE - DE - RR, \tag{C.2}$$

$$V_{\text{cap}} = RNE_1 / R, \qquad R_{\text{implicite}} = RNE_1 / V_{\text{finale}}, \tag{C.3}$$

$$RCD = RNE_1 / SD, \qquad RPV = M_0 / V_{\text{finale}}, \tag{C.4}$$

où les symboles sont ceux de la notation de l'ouvrage. Les deux premières lignes doivent se recalculer exactement à partir du tableau des revenus et des dépenses ; la troisième relie

l'indication par capitalisation à la valeur finale et permet de vérifier que le taux implicite de la conclusion reste dans la fourchette des taux extraits ; la quatrième relie la section de financement à la valeur conclue et au service de la dette, calculé selon la convention canadienne de composition semestrielle rappelée à l'annexe D.

C.4 Modèle 3 : rapport abrégé ou formulaire court

Le rapport abrégé est la forme des mandats courants : financement hypothécaire résidentiel, évaluation d'une maison ou d'un plex pour un particulier, mise à jour interne d'un portefeuille. Il contient les douze éléments, résumés plutôt que décrits, et renvoie au dossier pour les données détaillées (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règles 2.2 et 2.3). Le chapitre 10 insiste sur ce que cette forme n'autorise pas : omettre. Un élément résumé en une phrase est présent ; un élément absent rend le rapport non conforme, quelle que soit sa brièveté. Le tableau C.3 propose une grille de formulaire court, sur deux à quatre pages selon le type d'immeuble, dont chaque rubrique porte le numéro de l'élément de la règle 2.3 qu'elle satisfait. Les prêteurs utilisent fréquemment leurs propres formulaires ; l'évaluateur qui les remplit vérifie qu'ils contiennent les douze éléments et complète, au besoin, par une page d'addenda, parce que la conformité aux Normes lui incombe à lui et non au concepteur du formulaire.

Tableau C.3. Grille du rapport abrégé (formulaire court) : rubriques et champs

Élém.	Rubrique	Champs
1	Identification	Adresse ; lot ; municipalité ; type d'immeuble ; année de construction ; superficies (habitable, terrain) et leur source ; nombre de logements ; occupation
2	Droits évalués	☐ pleine propriété ☐ grevée de baux ☐ copropriété divise (fraction, quote-part) ☐ autre : ⟨*préciser*⟩ ; servitudes et charges connues
3	Client, but et fin	Client ; destinataires autorisés ; valeur recherchée ; fin (☐ financement ☐ achat-vente ☐ succession ☐ litige ☐ autre)
4	Définition de la valeur	☐ valeur marchande (NPP) ☐ valeur réelle (LFM) ☐ autre base : ⟨*source*⟩ ; texte de la définition en note
5	Dates	Évaluation ; inspection ; rapport ; ☐ courante ☐ rétrospective ☐ prospective
6	Étendue du travail	Inspection (☐ complète ☐ partielle : parties non vues ☐ aucune : motif) ; documents examinés ; sources de marché et dates de consultation ; méthodes ☐ comparaison ☐ coût ☐ revenu
7	Réserves et hypothèses	Renvoi aux conditions limitatives (page jointe) ; hypothèses extraordinaires : ☐ aucune ☐ les suivantes, avec incidence : ⟨*texte*⟩
1, 8	Secteur et marché	Description du secteur ; tendance des ventes et des prix du segment (source, période) ; délai d'exposition observé
1	Site	Dimensions ; superficie ; topographie ; services ; zonage et conformité apparente ; zone inondable ou de mobilité ; nuisances
1	Bâtiment	Description sommaire par composante ; cote d'état générale ; âge effectif ; travaux requis ; renvoi aux photographies

suite à la page suivante

Tableau C.3 (suite)

Élém.	Rubrique	Champs
1, 8	Données fiscales et historique	Valeur au rôle (exercice, date de référence) ; taxes ; ventes antérieures du sujet (date, prix, source) ; inscription en cours
9	Usage le meilleur et le plus profitable	Conclusion en une à trois phrases, terrain vacant et tel qu'aménagé
10	Méthodes écartées	Méthode et raison propre au dossier
8	Comparaison	Grille de trois à six ventes : adresse, date, prix, source, caractéristiques, ajustements, prix ajusté ; indication et fourchette
8	Coût (si appliquée)	Terrain ; coût neuf (source, date) ; dépréciations ; indication
8	Revenu (si appliquée)	Loyers contractuels et de marché ; RBE ; dépenses ; RNE ; taux et source ; indication ; pour un plex, multiplicateur du revenu brut
8	Réconciliation	Pondération et motif ; valeur finale ; fourchette ; délai d'exposition raisonnable
7, 12	Conclusion	Valeur en lettres et en chiffres ; date ; droits ; rappel des hypothèses extraordinaires
11	Conformité	Déclaration de conformité à la substance de l'évaluation ; écarts aux directives convenus : ☐ aucun ☐ les suivants
12	Attestation et signature	Texte prescrit ; signature ; qualité (évaluateur agréé) ; date
—	Annexes	Photographies ; croquis ou plan ; conditions limitatives ; fiches sommaires des comparables

Source : conception de l'auteur ; la colonne « Élém. » renvoie aux douze éléments de la règle 2.3 des NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024).

Le formulaire court a une faiblesse connue : sa compacité invite à remplir des cases plutôt qu'à raisonner. Trois précautions y remédient. La grille des comparables doit se recalculer : prix de vente plus somme des ajustements égale prix ajusté, pour chaque vente, et la fourchette des prix ajustés encadre l'indication. La rubrique « étendue du travail » doit rester sincère : un immeuble non inspecté est déclaré tel, avec le motif et l'hypothèse qui en découle, et l'évaluateur se souvient que la dispense d'inspection est une exception à expliquer (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.4). Enfin, la page de conditions limitatives jointe au formulaire est adaptée au mandat : les clauses sans objet sont retirées, celles que le dossier appelle sont ajoutées.

C.5 Textes-types

C.5.1 Hypothèses de base et conditions limitatives

Les clauses qui suivent sont des formulations de l'auteur, proposées comme point de départ ; elles s'inspirent de la fonction que les Normes assignent aux réserves et aux hypothèses de base, délimiter la portée de l'acte, sans reprendre le modèle de l'annexe E (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 7 et annexe E). Chacune se lit à la première personne du pluriel ou du singulier selon l'usage du cabinet ; chacune est retirée si elle est sans objet et complétée si le dossier l'exige. Aucune n'a pour effet d'exclure la responsabilité civile du signataire, ce que le Code de déontologie interdit (Québec 2000, art. 32).

1. **Titres et description légale.** La description légale de l'immeuble a été tirée des documents fournis ou consultés et nommés dans l'étendue du travail ; nous n'avons pas effectué de recherche de titres et nous présumons que le titre est valide et négociable et que l'immeuble est libre de charges, de servitudes et d'empiètements autres que ceux mentionnés au présent rapport. Si une recherche de titres révélait une situation différente, la conclusion de valeur pourrait en être modifiée.
2. **Mesures et superficies.** Les dimensions du terrain proviennent du certificat de localisation daté du ⟨*date*⟩ ; les superficies du bâtiment ont été mesurées sur place selon la méthode décrite au rapport, ou tirées de ⟨*source*⟩ lorsque cela est indiqué. Les croquis et plans ne sont pas des relevés d'arpentage.
3. **Inspection.** L'inspection, effectuée le ⟨*date*⟩ par ⟨*nom*⟩, est un examen visuel, non destructif, des parties accessibles de l'immeuble, dont l'objet est de soutenir l'évaluation ; elle ne constitue ni une inspection préachat ni une expertise technique. Les parties non visitées sont énumérées à l'étendue du travail et sont présumées en état comparable à celui des parties visitées de même nature et de même âge.
4. **État du bâtiment et vices.** Sauf mention contraire au rapport, nous présumons que l'immeuble ne comporte pas de vice caché ni de désordre structural, mécanique ou électrique non apparent, et qu'il ne contient pas de matériaux dangereux (amiante, mousse d'urée-formaldéhyde, vermiculite contaminée) ni de remblai ou de béton gonflant (pyrite, pyrrhotite). Nous ne sommes pas qualifiés pour détecter ces conditions ; les signes que nous avons observés, le cas échéant, sont décrits au rapport et donnent lieu à une recommandation d'expertise.
5. **Environnement, sol et radon.** Nous n'avons pas effectué d'étude environnementale ni de mesure de la concentration de radon ; nous présumons, sauf mention contraire, que le sol n'est pas contaminé, qu'aucun réservoir enfoui n'est présent et que la qualité de l'air intérieur n'appelle aucune mesure corrective. La découverte d'une telle condition pourrait modifier la valeur.
6. **Conformité réglementaire.** Nous présumons que l'immeuble et son usage sont conformes à la réglementation d'urbanisme et de construction applicable, ou bénéficient de droits acquis, selon ce qu'indique le rapport ; nous n'avons pas obtenu d'attestation de conformité et notre examen de la réglementation s'est limité aux documents nommés à l'étendue du travail, consultés aux dates indiquées.
7. **Renseignements fournis.** Les renseignements obtenus du client, du propriétaire, du courtier, des locataires ou de tiers (baux, états des revenus et dépenses, déclarations du vendeur, rapports d'expertise, plans) sont présumés exacts et complets ; nous les avons utilisés dans la mesure décrite au rapport, sans les vérifier au-delà de ce qui y est indiqué, et nous n'assumons aucune responsabilité quant à leur exactitude.
8. **Données de marché.** Les données de ventes, d'inscriptions, de loyers et de coûts proviennent des sources nommées au rapport avec leur date de consultation ; elles ont été vérifiées dans la mesure indiquée. Les données de marché publiées par des tiers sont citées avec leur attribution et ne sont pas reproduites au-delà de ce que leurs conditions d'utilisation permettent.
9. **Date et conditions de marché.** La conclusion de valeur s'applique à la date d'évaluation indiquée et repose sur les conditions de marché, de financement et de réglementa-

tion connues à cette date ; elle ne constitue pas une prévision et pourrait ne plus être valable à une autre date.

10. **Hypothèses extraordinaires.** Les hypothèses extraordinaires, s'il en est, sont énoncées à la rubrique correspondante avec l'indication de leur incidence sur la valeur ; elles sont rappelées à chaque énoncé de la conclusion.
11. **Destination et usage du rapport.** Le rapport est préparé pour le client nommé et pour la fin indiquée ; il ne peut être utilisé par une autre personne ni pour une autre fin sans notre consentement écrit. Une partie du rapport ne peut être citée hors de son contexte, et la conclusion de valeur n'a de sens qu'accompagnée des hypothèses et réserves qui la conditionnent.
12. **Valeurs partielles.** Les valeurs attribuées au terrain, au bâtiment ou à des composantes dans le cadre d'une méthode ne sont pas des valeurs indépendantes et ne peuvent être utilisées séparément de la conclusion.
13. **Modèles et calculs.** Les calculs, modèles statistiques et simulations décrits au rapport ont été réalisés avec les outils et les paramètres indiqués ; leurs résultats sont des estimations soumises aux limites énoncées et ne remplacent pas le jugement de l'évaluateur dans la réconciliation.
14. **Témoignage.** La préparation du rapport n'oblige pas le signataire à témoigner ou à comparaître devant un tribunal à propos de l'immeuble sans entente préalable, sous réserve des obligations légales.

C.5.2 Hypothèses extraordinaires

Une hypothèse extraordinaire est une supposition propre au mandat dont la fausseté changerait matériellement la conclusion ; la norme exige de la divulguer, d'en indiquer l'incidence sur la valeur et de la rappeler à chaque énoncé de la conclusion (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.1 c) et règle 2.3, élément 7). Le chapitre 10 en donne la théorie et montre pourquoi l'incidence doit être chiffrée : sans elle, le lecteur ne peut pas former sa propre espérance de valeur. Le texte-type comporte quatre membres, dans cet ordre : l'énoncé précis de ce qui est supposé ; la raison pour laquelle il ne peut être vérifié à la date du rapport ; l'incidence sur la valeur si la supposition se révélait fausse, en dollars ou en pourcentage, ou à défaut son sens et son ordre de grandeur ; et la mention que l'hypothèse est rappelée à la conclusion. Trois exemples rédigés suivent ; les champs entre crochets angulaires sont à remplir, et les montants, lorsqu'ils proviennent d'une estimation, renvoient à la section du rapport qui les dérive.

Exemple 1 : permis ou autorisation attendue

« La présente évaluation suppose que le permis de ⟨*nature des travaux*⟩ demandé à la Ville de ⟨*municipalité*⟩ le ⟨*date*⟩ sera délivré aux conditions décrites à la section ⟨n^o⟩. À la date du rapport, la demande était à l'étude et aucune décision n'avait été rendue ; nous n'avons pas pu vérifier cette hypothèse. Si le permis était refusé, l'usage le meilleur et le plus profitable serait ⟨*usage de repli*⟩ et la valeur marchande serait de ⟨*montant*⟩, soit ⟨*écart*⟩ de moins que la valeur conclue, selon l'analyse de la section ⟨n^o⟩. Cette hypothèse extraordinaire est rappelée à la conclusion. »

Exemple 2 : désordre soupçonné non expertisé

« L'inspection du ⟨*date*⟩ a révélé ⟨*signes observés, avec renvoi aux photographies*⟩ au ⟨*emplacement*⟩. Ces signes peuvent indiquer ⟨*désordre soupçonné*⟩, dont seule une expertise par ⟨*professionnel*⟩ permettrait de confirmer la présence et l'étendue ; aucune expertise n'était disponible à la date du rapport et nous ne sommes pas qualifiés pour l'effectuer. La présente évaluation suppose que ⟨*désordre*⟩ est absent ou n'exige aucun travail correctif. Si cette hypothèse se révélait fausse, la valeur serait réduite au minimum du coût des travaux correctifs, estimé à ⟨*montant ou fourchette*⟩ à la section ⟨n^o⟩, et possiblement d'une décote de marché additionnelle que les ventes du secteur ne permettent pas de mesurer avec précision. Nous recommandons que l'expertise soit obtenue avant toute décision fondée sur le présent rapport. Cette hypothèse extraordinaire est rappelée à la conclusion. »

Exemple 3 : logements non visités

« Sur les ⟨N⟩ logements de l'immeuble, ⟨n⟩ n'ont pu être visités le ⟨*date*⟩ parce que ⟨*motif : accès refusé par l'occupant, absence, etc.*⟩. La présente évaluation suppose que ces logements sont dans un état comparable à celui des logements visités de même typologie et de même ancienneté de bail, décrit à la section ⟨n^o⟩. Si leur état était sensiblement inférieur, les dépenses en capital projetées augmenteraient d'un montant pouvant atteindre ⟨*montant*⟩ par logement et la valeur conclue serait réduite d'au plus ⟨*montant ou pourcentage*⟩ ; si leur état était supérieur, l'effet serait favorable et d'ampleur moindre. Cette hypothèse extraordinaire est rappelée à la conclusion. »

Deux erreurs de rédaction reviennent constamment. La première est la fausse hypothèse extraordinaire : « nous présumons que les travaux sont conformes », sans raison, sans incidence, sans rappel ; c'est une réserve déguisée et elle n'exonère de rien. La seconde est la confusion entre l'hypothèse extraordinaire et la condition hypothétique, que les normes canadiennes distinguent (Appraisal Institute of Canada 2026, s. 3) : lorsque l'évaluateur *sait* que la supposition est fausse à la date d'évaluation (évaluer un immeuble comme si les travaux étaient achevés, pour un financement à la construction), il le dit explicitement, parce que le lecteur doit comprendre que la valeur conclue décrit un état qui n'existe pas encore et non un état incertain.

C.5.3 Avertissement relatif aux données synthétiques et aux modèles statistiques

Les rapports qui s'appuient sur des modèles statistiques, sur des données partiellement construites ou sur des simulations doivent le dire, parce que les éléments 6 et 8 de la règle 2.3 exigent que l'étendue du travail et le traitement de l'information soient exposés et que les normes internationales imposent de documenter les données, les intrants et les modèles (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024 ; International Valuation Standards Council 2025). Le texte-type suivant, formulé par l'auteur, s'adapte à trois situations : l'emploi d'un modèle hédonique ou d'un algorithme pour dériver des ajustements ou prédire une valeur ; l'imputation de données manquantes ; la simulation de scénarios.

Texte-type : modèle statistique

« L'ajustement pour ⟨*caractéristique*⟩ et la prédiction présentée à la section ⟨n^o⟩ proviennent d'un modèle ⟨*type : hédonique semi-logarithmique, forêt aléatoire, etc.*⟩ estimé sur ⟨*nombre*⟩ ventes de ⟨*territoire*⟩ conclues entre le ⟨*date*⟩ et le ⟨*date*⟩, tirées de ⟨*source*⟩ consultée le ⟨*date*⟩ et filtrées selon les critères énoncés en annexe. Le modèle explique ⟨*mesure d'ajustement*⟩ de la variation des prix et son erreur de prédiction hors échantillon est de ⟨*mesure*⟩. Il a servi à ⟨*usage : dériver des ajustements, vérifier l'indication, produire une fourchette*⟩ et a reçu un poids de ⟨*part*⟩ dans la réconciliation. Les paramètres et le code permettant de reproduire les résultats sont conservés au dossier. Les résultats d'un modèle sont des estimations soumises aux limites de ses données et de sa forme ; ils ne se substituent pas au jugement de l'évaluateur. »

Texte-type : données construites ou simulées

« Les données suivantes ne sont pas des observations : ⟨*liste : loyers imputés pour les logements non visités, dépenses normalisées, scénarios de taux, tirages de la simulation*⟩. Elles ont été construites par ⟨*méthode*⟩ à partir de ⟨*sources et paramètres*⟩, avec les hypothèses énoncées à la section ⟨n^o⟩ ; les tableaux qui en dépendent portent la mention « données estimées » ou « données simulées ». Les résultats de la simulation sont présentés en quantiles et décrivent la sensibilité de la valeur aux hypothèses déclarées ; ils ne constituent pas une prévision et la valeur conclue demeure une opinion ponctuelle à la date d'évaluation. »

Le présent ouvrage applique cette règle à lui-même : ses dossiers de cas sont synthétiques et identifiés comme tels à chaque usage, et l'annexe D en décrit la discipline. L'évaluateur qui adopte le même réflexe dans ses rapports fait exactement ce que l'élément 8 exige : permettre au lecteur de remonter de la conclusion aux données, et de distinguer ce qui est observé de ce qui est construit.

C.5.4 Structure de l'attestation

L'attestation est le douzième élément et le seul dont la norme impose la formulation ; elle commence par la déclaration du signataire qu'il atteste, au mieux de sa connaissance et de sa conviction, la série de déclarations qui suit (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024, règle 2.3, élément 12). L'ouvrage n'en reproduit pas le texte : l'évaluateur agréé utilise celui de l'Ordre. Il est utile, en revanche, d'en connaître la structure pour comprendre ce que l'on signe. Les déclarations portent, en substance, sur l'exactitude des faits rapportés ; sur le caractère neutre et objectif des analyses et des conclusions, restreint seulement par les hypothèses et réserves énoncées ; sur l'absence d'intérêt actuel ou éventuel du signataire dans l'immeuble et d'intérêt personnel envers les parties ; sur l'indépendance des honoraires à l'égard de la conclusion, que le Code de déontologie impose par ailleurs (Québec 2000, art. 24.1) ; sur l'inspection personnelle de l'immeuble ou, à défaut, sur sa mention explicite ; sur l'aide reçue de tiers, nommés, et sur la supervision du travail délégué (Québec 2000, art. 33) ; et sur la conformité du rapport aux normes de pratique de l'Ordre. Elle est datée et signée, avec la qualité du signataire (Québec 2000, art. 34).

Le réviseur vérifie, avant la signature, que chaque déclaration est vraie pour le rapport considéré : qu'aucune donnée n'est rapportée sans source, que les hypothèses énoncées sont les seules qui restreignent la conclusion, que le signataire a bien inspecté ou que le rapport dit qu'il ne l'a pas fait, que les collaborateurs sont nommés, et que les indicateurs de consultation (financement, stress test) sont présentés hors de l'opinion de valeur que l'attestation couvre. Une attestation signée alors qu'une de ces déclarations est inexacte constitue, en un seul geste, plusieurs manquements déontologiques ; le chapitre 10 en expose les conséquences.

C.6 Liste de contrôle de révision

La révision est la dernière ligne de défense contre l'erreur, et le chapitre 10 montre que deux révisions indépendantes détectent bien plus de lacunes qu'une seule. La liste du tableau C.4 est celle que l'auteur applique à tout rapport avant signature ; elle est organisée en six blocs, de la conformité formelle à la forme matérielle, et chaque ligne est une vérification concrète dont le résultat est oui ou non. Les vérifications arithmétiques du bloc 2 reprennent les identités des équations (C.1) à (C.4) et celles de la méthode de comparaison et de la méthode du coût ; elles se font avec les chiffres du rapport, non avec ceux du chiffrier, parce que c'est le rapport qui engage.

Tableau C.4. Liste de contrôle de révision d'un rapport d'évaluation

N°	Vérification	Oui / Non / s.o.
1. Conformité au contenu minimal (règle 2.3)		
1.1	Les douze éléments sont présents, repérables, et traités à la profondeur de la forme choisie (décrire, résumer, mentionner)	☐☐☐
1.2	La définition de la valeur est reproduite avec sa source et correspond au but et à la fin du mandat	☐☐☐
1.3	Les droits évalués sont nommés et cohérents avec les titres, le certificat de localisation et les baux	☐☐☐
1.4	Les trois dates (évaluation, inspection, rapport) sont indiquées et l'analyse de marché se rapporte à la date d'évaluation	☐☐☐
1.5	L'étendue du travail dit ce qui a été fait et ce qui ne l'a pas été ; les parties non inspectées sont énumérées avec le motif	☐☐☐
1.6	Chaque hypothèse extraordinaire comporte l'énoncé, la raison, l'incidence chiffrée et le rappel à chaque conclusion (lettre, sommaire, conclusion)	☐☐☐
1.7	Le rejet de chaque méthode traditionnelle est motivé par une raison propre au dossier	☐☐☐
1.8	La déclaration de conformité à la substance et l'exposé des écarts aux directives sont présents	☐☐☐
1.9	L'attestation est le texte prescrit, datée, signée, avec la qualité ; chaque déclaration est vraie pour ce rapport	☐☐☐
2. Cohérence des chiffres		
2.1	Pour chaque comparable : prix + somme des ajustements = prix ajusté ; la fourchette des prix ajustés encadre l'indication	☐☐☐

suite à la page suivante

Tableau C.4 (suite)

N°	Vérification	Oui / Non / s.o.
2.2	Chaque ajustement est dérivé quelque part dans le rapport ou ses annexes et son signe est celui du point de vue du sujet	☐☐☐
2.3	Méthode du coût : terrain + coût neuf − dépréciations = indication ; aucune dépréciation comptée deux fois ; coûts indexés à la date d'évaluation	☐☐☐
2.4	Méthode du revenu : équations (C.1) et (C.2) se recalculent exactement à partir des tableaux ; la convention relative à la réserve est déclarée et identique à celle des ventes d'extraction	☐☐☐
2.5	$V = RNE_1/R$ se recalcule ; le taux implicite de la valeur finale est dans la fourchette des taux extraits ou l'écart est expliqué	☐☐☐
2.6	DCF : la projection est complète, la valeur terminale capitalise le revenu de l'année $T+1$ net des coûts de vente, la part terminale est indiquée ; la somme des flux actualisés est recalculée	☐☐☐
2.7	Financement : RPV et RCD sont calculés sur la valeur conclue et le revenu net de première année ; la composition semestrielle est appliquée	☐☐☐
2.8	La valeur finale, en lettres et en chiffres, est identique dans la lettre, le sommaire, la réconciliation et la conclusion ; l'arrondi est conforme à la précision des données	☐☐☐
2.9	Les superficies, le nombre de logements et les loyers sont identiques d'une section à l'autre et conformes aux documents sources	☐☐☐
3. Tableaux, figures et renvois		
3.1	Chaque tableau porte un numéro, un titre, des unités dans les en-têtes et une source ; chaque chiffre du texte se retrouve dans un tableau ou une annexe	☐☐☐
3.2	Chaque renvoi (section, tableau, annexe, photographie) pointe vers un élément existant portant ce numéro	☐☐☐
3.3	Les photographies sont numérotées, datées, et chaque désordre décrit renvoie à une photographie	☐☐☐
3.4	Les données estimées ou simulées sont identifiées comme telles dans chaque tableau qui en dépend	☐☐☐
4. Sources et dates de consultation		
4.1	Chaque source de marché (ventes, inscriptions, loyers, coûts, taux) est nommée avec la période couverte et la date de consultation	☐☐☐
4.2	Chaque règle de droit citée l'est avec son article et la version (date de mise à jour) consultée ; les textes modifiés récemment ont été revérifiés	☐☐☐
4.3	Les données de tiers sont citées avec l'attribution exigée par leurs conditions d'utilisation et ne sont pas reproduites au-delà de ce qu'elles permettent	☐☐☐
4.4	La valeur au rôle est accompagnée de l'exercice du rôle et de sa date de référence, et n'est pas présentée comme une indication de valeur marchande	☐☐☐
4.5	Les renseignements fournis par le client ou des tiers sont identifiés comme tels et les contradictions avec les observations sont relevées	☐☐☐
5. Langage et raisonnement		
5.1	Les faits sont à l'indicatif, les estimations sont des opinions, les hypothèses sont des hypothèses ; « valeur » n'est jamais employé pour un prix observé	☐☐☐

suite à la page suivante

Tableau C.4 (suite)

N°	Vérification	Oui / Non / s.o.
5.2	Exigences professionnelles, règles de droit, pratiques courantes et modèles sont distingués par les formules appropriées	☐☐☐
5.3	La réconciliation explique la pondération ; l'incertitude est énoncée ; aucune formule de fausse prudence ne vide la conclusion de son sens	☐☐☐
5.4	Le rapport se comprend sans avoir vu l'immeuble ; les termes techniques et les sigles sont définis	☐☐☐
5.5	Les indicateurs de financement et de risque sont présentés comme consultation, hors de l'opinion de valeur	☐☐☐
6. Forme, confidentialité et dossier		
6.1	Pagination, table des matières, numérotation des annexes, identification du dossier sur chaque page	☐☐☐
6.2	Les destinataires autorisés sont nommés ; aucun renseignement confidentiel sur des tiers (locataires, parties à des ventes) n'excède ce que la fin exige	☐☐☐
6.3	Le dossier contient ce qui soutient le rapport (formulaire d'inspection, photographies, fiches des comparables, calculs, code) et sera conservé au moins cinq ans	☐☐☐
6.4	La révision a été faite par une personne autre que le rédacteur, ou à défaut à un autre moment, et ses remarques ont été traitées	☐☐☐

Source : liste de l'auteur ; le bloc 1 paraphrase la règle 2.3 des NPP (Ordre des évaluateurs agréés du Québec 2024), le bloc 6.3 renvoie au règlement sur la tenue des dossiers (Québec 2026f, art. 6).

Ce que le rapport québécois dit que d'autres ne disent pas

Quatre particularités du cadre québécois doivent transparaître dans tout rapport. La définition de la valeur marchande est celle des Normes de pratique professionnelle de l'Ordre, et la valeur réelle aux fins du rôle, définie par la Loi sur la fiscalité municipale, se rapporte à une date de référence antérieure à l'entrée en vigueur du rôle et suppose l'immeuble libre de baux (Québec 1979b, art. 43–46) : le rapport qui mentionne la valeur au rôle explique pourquoi elle diffère. Le droit évalué d'un immeuble locatif est grevé des baux, que l'aliénation ne résilie pas et qui se reconduisent de plein droit (Québec 1991, art. 1936–1937) ; la trajectoire des loyers est bornée par les critères de fixation du Tribunal administratif du logement, de sorte que le revenu de première année est contractuel et que le rattrapage passe par la rotation (chapitres 26 et 34). Les droits sur les mutations immobilières, progressifs et variables selon la municipalité, sont un coût de transaction que le rapport signale lorsqu'il est pertinent pour la fin du mandat (chapitre 6). Enfin, l'inspection est obligatoire et le rapport porte la signature et la qualité d'un évaluateur agréé, titre réservé par le Code des professions (Québec 1973a, art. 36 j) et 37 j)). Ces textes ont été vérifiés dans leur version à jour au 15 octobre 2026 (lois) ou au 1er juillet 2026 (règlements).

Erreurs fréquentes

- Copier un bloc d'hypothèses et de conditions limitatives d'un dossier à l'autre sans l'adapter : clauses sans objet qui restent, clauses nécessaires qui manquent, et une réserve qui contredit l'étendue du travail décrite ailleurs.
- Énoncer la conclusion de valeur dans la lettre d'envoi sans rappeler l'hypothèse extraordinaire, alors que la norme exige le rappel à chaque énoncé.
- Présenter la valeur au rôle, ou le prix demandé, comme une indication de valeur ; écrire « la valeur est de » pour un prix observé.
- Donner une valeur finale au dollar près issue d'une moyenne, alors que les données n'autorisent qu'un arrondi au millier et que la réconciliation doit être motivée.
- Omettre la justification du rejet d'une méthode, ou la réduire à une formule (« non pertinente »).
- Mêler l'opinion de valeur et la consultation (financement, stress test) dans une même conclusion couverte par l'attestation.
- Réviser le chiffrier et non le rapport : les erreurs de transcription entre les deux sont les plus fréquentes et les moins détectées.
- Signer l'attestation sans avoir relu chaque déclaration à la lumière du dossier (inspection personnelle, collaborateurs, honoraires, intérêts).

Limites et mises en garde

Les modèles et textes-types de cette annexe sont des propositions de l'auteur, cohérentes avec les Normes de pratique professionnelle dans leur version en vigueur depuis le 1er février 2024 (document consulté le 31 octobre 2026) et avec le Code de déontologie à jour au 1er juillet 2026 ; ils ne sont ni approuvés ni publiés par l'Ordre, et une modernisation des Normes était annoncée par l'Ordre au moment de la rédaction, de sorte que la numérotation des règles et la liste des éléments doivent être revérifiées avant tout usage professionnel. Le texte de l'attestation et le modèle de l'annexe E des Normes ne sont pas reproduits ; l'évaluateur agréé doit les obtenir de l'Ordre. Les formulaires des prêteurs et les exigences particulières de certains mandats (expropriation, fiscalité municipale, assurance) ajoutent des rubriques que les modèles ne couvrent pas. La correspondance entre les sections des modèles et les éléments de la règle 2.3 est une interprétation de l'auteur. Les clauses d'hypothèses et de conditions limitatives n'ont pas été soumises à une revue juridique ; cette revue est prévue avant publication, conformément aux principes de l'ouvrage.

À retenir

- Trois formes de rapport (narratif complet, abrégé, mise à jour), un seul contenu minimal de douze éléments ; la forme change la profondeur, jamais la liste.
- Le rapport narratif suit un ordre d'usage (lettre, sommaire, prémisses, données, analyse, conclusion, attestation, annexes) dans lequel chaque section satisfait un élément identifiable de la règle 2.3 (tableau C.1).

- Le rapport multilogement ajoute l'état locatif, le cadre juridique des loyers, les revenus et dépenses normalisés, les taux extraits, la capitalisation, le DCF, la comparaison par unité, puis, en consultation distincte, le financement et le test de résistance ; les identités (C.1) à (C.4) se recalculent.
- Le rapport abrégé résume sans omettre ; l'évaluateur qui remplit le formulaire d'un prêteur reste responsable des douze éléments.
- Les hypothèses de base délimitent, les hypothèses extraordinaires supposent et chiffrent leur incidence, l'attestation certifie ; aucune n'exclut la responsabilité civile.
- Tout modèle statistique, toute donnée construite ou simulée est déclaré : forme, données, validation, usage, poids, reproductibilité.
- La révision suit une liste fermée (tableau C.4) : conformité, chiffres, renvois, sources et dates, langage, forme ; elle porte sur le rapport, non sur le chiffrier.

CHAPITRE D

D

Conventions de calcul

Cette annexe fixe les conventions appliquées dans tout l'ouvrage et dans la bibliothèque `analysis/python/traite`. Toute dérogation est signalée à l'endroit où elle survient.

D.1 Monnaie, unités et arrondis

Les montants sont exprimés en dollars canadiens courants à la date indiquée ; lorsqu'un coût ou un prix est transporté dans le temps, l'indice utilisé et sa période de base sont nommés. Les superficies sont en mètres carrés ; la conversion retenue est $1\,\text{m}^2 = 10{,}763\,9\,\text{pi}^2$ et $1\,\text{pi}^2 = 0{,}092\,903\,\text{m}^2$. Les résultats intermédiaires ne sont jamais arrondis ; seuls les montants présentés le sont (au dollar dans les tableaux de calcul, au millier ou au 5 000 $ près dans les conclusions de valeur, selon ce que la précision des données autorise). Les taux sont présentés avec deux décimales en pourcentage ; dans les formules, ils sont des proportions.

D.2 Temps et périodes

L'année d'exploitation t court de la date d'évaluation ; les flux sont réputés reçus en fin de période ($t = 1, \dots, T$). La valeur V_0 est établie à $t = 0$. Le revenu net d'exploitation « de première année », noté RNE_1, est le revenu prospectif des douze mois suivant la date d'évaluation ; c'est lui qui entre dans la capitalisation directe. Dans les flux actualisés, la valeur terminale à la fin de l'année T capitalise le revenu de l'année $T + 1$.

D.3 Taux d'intérêt

Les taux hypothécaires canadiens à taux fixe sont des taux nominaux annuels composés semestriellement (Loi sur l'intérêt, L.R.C. 1985, c. I-15, art. 6). Le taux périodique mensuel équivalent est $i_m = (1 + i/2)^{1/6} - 1$. Les taux de capitalisation et d'actualisation sont des taux annuels effectifs. Lorsqu'un taux est converti d'une convention à l'autre, la formule $(1 + i_{\text{eff}}) = (1 + i/m)^m$ est appliquée explicitement.

D.4 Revenus et dépenses

$$RBE = RBP\,(1 - v) + R_{\text{autres}}, \tag{D.1}$$

$$RNE = RBE - DE - RR, \tag{D.2}$$

où v est le taux combiné d'inoccupation et de mauvaises créances, DE les dépenses d'exploitation normalisées et RR la réserve de remplacement. La convention de l'ouvrage est d'*inclure* la réserve dans le calcul du RNE utilisé en capitalisation directe et de traiter les dépenses en capital ponctuelles (CAPEX) explicitement dans les flux actualisés, sans réserve en double. Les taux de capitalisation extraits du marché le sont *avec la même convention* que celle appliquée au sujet ; un taux extrait sans réserve n'est jamais appliqué à un RNE après réserve.

D.5 Méthode de comparaison

Les ajustements transactionnels (droits transmis, financement, conditions de vente, dépenses immédiatement après l'achat, conditions du marché) sont appliqués en pourcentage, séquentiellement, dans cet ordre ; les ajustements de propriété (localisation, physique, économique, usage, éléments non immobiliers) sont ensuite appliqués en dollars, additivement, sur le prix ainsi ajusté. Le signe d'un ajustement est celui du point de vue du sujet : positif si le sujet est supérieur au comparable sur la caractéristique considérée.

D.6 Méthode du coût

Le coût neuf est le coût de remplacement, sauf indication contraire, et comprend les coûts directs, les coûts indirects et l'incitatif de l'entrepreneur (assiette : coûts directs et indirects). Les dépréciations sont déduites dans l'ordre physique curable, physique incurable, fonctionnelle, externe, chacune étant mesurée sur la base restante pour éviter le double comptage. La valeur du terrain est estimée séparément, comme s'il était vacant et disponible pour sa plus haute et meilleure utilisation.

D.7 Statistique

Les intervalles sont à 95 % sauf mention contraire. Les erreurs-types des régressions sont robustes à l'hétéroscédasticité (HC1) ; lorsque des grappes (quartiers, périodes) sont pertinentes, l'agrégation est précisée. L'effet en pourcentage d'une variable indicatrice dans un modèle semi-logarithmique est $100\,[\exp(\hat{\beta}) - 1]$ (Halvorsen et Palmquist) ; la correction de Kennedy est appliquée lorsque la variance de $\hat{\beta}$ n'est pas négligeable. Les prédictions en niveau issues d'un modèle en logarithme sont corrigées du biais de retransformation par la méthode de Duan.

D.8 Données synthétiques

Les jeux de données synthétiques sont générés par `analysis/python/traite/synth.py` avec la graine `20261031` ; leur description, leurs lois de génération et la provenance de chaque

paramètre de calibration figurent dans `data/synthetic/README.md`. Toute figure ou tout tableau qui en dépend porte la mention « données synthétiques ».

CHAPITRE E

E

Scripts, données et classeurs

Cette annexe inventorie les artefacts informatiques qui accompagnent l'ouvrage et qui permettent de reproduire chaque chiffre, chaque tableau et chaque figure. Le dépôt est organisé selon les conventions décrites dans `CONVENTIONS.md` ; l'inventaire ci-dessous est généré automatiquement par `tools/inventaire.py` à partir de l'état du dépôt, de sorte qu'il reflète toujours les fichiers réellement présents.

E.1 Organisation du dépôt

Le manuscrit LuaLaTeX se trouve dans `manuscript/` (un fichier par chapitre dans `chapters/`, les annexes dans `appendices/`, les pages liminaires dans `frontmatter/`) et s'appuie sur le style `styles/traite-qc.sty`. Les figures vectorielles sont dans `assets/figures/chNN/`, chacune produite par un script de `analysis/python/figures/` ou dessinée en TikZ dans le chapitre. Les données brutes publiques, jamais modifiées, sont dans `data/raw/` avec leur inventaire (`SOURCES.md` : URL exacte, licence, date de téléchargement) ; les jeux synthétiques, identifiés comme tels, dans `data/synthetic/` avec leurs lois de génération (`README.md`) et le journal de calibration (`calibration_journal.csv`). La bibliothèque commune `analysis/python/traite/` regroupe les fonctions financières, la méthode du coût, la comparaison, l'économétrie hédonique et spatiale, les panels, la géomatique et les quatre dossiers de cas ; chaque fonction est couverte par un test de `analysis/python/tests/`. Les registres de vérification (`verification/`) relient chaque affirmation, chaque calcul et chaque figure à sa source ou à son script.

E.2 Reproduire l'ouvrage

Depuis la racine du dépôt : `make data` régénère les jeux synthétiques (graines fixées) ; `make figures` exécute tous les scripts de figures ; `make test` lance les tests unitaires et les vérifications du manuscrit ; `make pdf` compile le livre (LuaLaTeX, biber, makeindex) ; `make chapter CH=16` compile un chapitre isolé. Les prérequis sont énumérés dans `README.md`. Aucune donnée réelle sous licence restrictive n'est redistribuée ; les chiffres d'industrie (APCIQ, CBRE, Altus, JLR) sont cités avec attribution, jamais reproduits en tableau.

E.3 Classeurs Excel

Trois classeurs à formules vivantes, produits par le script `make_spreadsheets.py` du dossier `analysis/python/cases/`, reproduisent les identités du livre : la grille d'ajustements du cas 1 (chapitres 16 et 17), le dossier du cas 3 (état locatif, dépenses normalisées, revenu net, capitalisation, flux actualisés, financement ; chapitres 28 à 31 et 47) et un calculateur d'hypothèque canadienne à composition semestrielle avec tableau d'amortissement (chapitre 31). Les cellules de contrôle rappellent les valeurs calculées par la bibliothèque Python, de sorte qu'un écart signale une divergence de convention.

E.4 Inventaire

Tableau E.1. Scripts du dépôt (modules, calculs, figures, tests, outils)

Type	Fichier	Rôle
module	`analysis/python/traite/cas1.py`	Cas 1 — maison unifamiliale à Gatineau (données synthétiques) : calculs PARTAGÉS par les chapitres 9, 14…
module	`analysis/python/traite/cas2.py`	Cas 2 — triplex à Québec, Limoilou (données synthétiques) : calculs PARTAGÉS par les chapitres 26, 27, 32 et…
module	`analysis/python/traite/cas3.py`	Cas 3 — immeuble de 12 logements à Montréal (données synthétiques) : calculs PARTAGÉS par les chapitres…
module	`analysis/python/traite/cas4.py`	Cas 4 — portefeuille multirésidentiel interrégional (données synthétiques) : calculs PARTAGÉS par les…
module	`analysis/python/traite/comparables.py`	Méthode de comparaison : grille d'ajustements, ajustements séquentiels, ventes appariées, réconciliation.
module	`analysis/python/traite/cout.py`	Méthode du coût : coût neuf, dépréciation (physique, fonctionnelle, externe), extraction de marché.
module	`analysis/python/traite/finance.py`	Mathématiques financières de l'évaluation immobilière (conventions déclarées).
module	`analysis/python/traite/geo.py`	Outils géospatiaux génériques du traité (chapitre 38 ; réutilisables aux chapitres 43 et 48).
module	`analysis/python/traite/hedonique.py`	Outils économétriques : hédonique semi-log, indices (dummies temporelles, ventes répétées BMN / Case–Shiller),
module	`analysis/python/traite/panel.py`	Données de panel et identification causale (chapitre 36) : transformation within, erreurs-types en grappes…
module	`analysis/python/traite/style.py`	Style graphique du traité (Matplotlib). Palette validée : styles/palette.json.
module	`analysis/python/traite/synth.py`	Génération des quatre dossiers de cas SYNTHÉTIQUES du traité.
calcul	`analysis/python/cases/ch01_valeur_prix.py`	Chapitre 1 — Théorie de la valeur et prix immobiliers : tous les chiffres cités dans le texte (DONNÉES…

Type	Fichier	Rôle
calcul	`analysis/python/cases/ch02_droits.py`	Chapitre 2 — Droits immobiliers et bases de valeur : calculs de l'exemple intégral sur le cas 3 (12…
calcul	`analysis/python/cases/ch03_cycles.py`	Chapitre 3 — Offre, demande et cycles : calculs de l'exemple intégral et des tableaux.
calcul	`analysis/python/cases/ch04_marches.py`	Chapitre 4 — Marchés résidentiels québécois : lecture des DONNÉES RÉELLES de data/raw et calculs cités dans…
calcul	`analysis/python/cases/ch05_rente.py`	Chapitre 5 — Économie urbaine et rente foncière : calculs de l'exemple intégral et des encadrés.
calcul	`analysis/python/cases/ch06_demembrements.py`	Chapitre 6 — Code civil et droit immobilier : effets des modalités et démembrements du droit de propriété sur…
calcul	`analysis/python/cases/ch07_servitudes_copro.py`	Chapitre 7 — Cadastre, titres, servitudes et copropriété : exemples chiffrés (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine…
calcul	`analysis/python/cases/ch08_zonage.py`	Chapitre 8 — Zonage et urbanisme : DONNÉES SYNTHÉTIQUES et calculs de l'exemple intégral.
calcul	`analysis/python/cases/ch09_ratios.py`	Chapitre 9 — Évaluation foncière municipale et contestation (DONNÉES SYNTHÉTIQUES du cas 1, graine 20261031).
calcul	`analysis/python/cases/ch10_controle_rapport.py`	Chapitre 10 — contrôle automatique de la présence des douze éléments du contenu minimal d'un rapport écrit
calcul	`analysis/python/cases/ch10_matrice_normes.py`	Chapitre 10 — statistiques descriptives de la matrice des dispositions normatives du domaine C
calcul	`analysis/python/cases/ch11_inspection.py`	Chapitre 11 — inspection synthétique du sujet du cas 1 (Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES) : fiche d'état par
calcul	`analysis/python/cases/ch12_mesurage.py`	Chapitre 12 — Mesurage, superficies et plans : calculs du sujet du cas 1 (Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES).
calcul	`analysis/python/cases/ch13_sources.py`	Chapitre 13 — Transactions, inscriptions, loyers et coûts : lecture et description des fichiers RÉELS de…
calcul	`analysis/python/cases/ch14_nettoyage.py`	Chapitre 14 — Nettoyage, géocodage et qualité des données (cas 1, Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES).
calcul	`analysis/python/cases/ch15_segmentation.py`	Chapitre 15 — Études de marché et segmentation. Calculs de l'exemple intégral et des tableaux du chapitre.
calcul	`analysis/python/cases/ch16_selection.py`	Chapitre 16 — sélection des comparables pour le sujet du cas 1 (Gatineau, données synthétiques).
calcul	`analysis/python/cases/ch17_ajustements.py`	Chapitre 17 — ajustements qualitatifs et quantitatifs des cinq comparables du cas 1 (Gatineau, données…
calcul	`analysis/python/cases/ch18_hedonique.py`	Chapitre 18 — Modèles hédoniques : exemple intégral sur les 600 ventes du cas 1 (Gatineau, DONNÉES…
calcul	`analysis/python/cases/ch19_spatial.py`	Chapitre 19 — modèles spatiaux et temporels sur le cas 1 (Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).

Type	Fichier	Rôle
calcul	`analysis/python/cases/ch20_reconciliation.py`	Chapitre 20 — réconciliation et incertitude : combinaison des indications du cas 1 (Gatineau, données…
calcul	`analysis/python/cases/ch21_cout_neuf.py`	Chapitre 21 — coût neuf (remplacement) du sujet du cas 1 (Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES) et indexation IPCB…
calcul	`analysis/python/cases/ch22_metre.py`	Chapitre 22 — métré et quantités du sujet du cas 1 (Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES).
calcul	`analysis/python/cases/ch23_structure_couts.py`	Chapitre 23 — coûts directs et indirects : structure complète du coût neuf du sujet du cas 1 (DONNÉES…
calcul	`analysis/python/cases/ch24_depreciation.py`	Chapitre 24 — dépréciation et désuétudes du sujet du cas 1 (Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES).
calcul	`analysis/python/cases/ch25_terrain.py`	Chapitre 25 — Évaluation du terrain (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
calcul	`analysis/python/cases/ch26_etat_locatif.py`	Chapitre 26 — Baux et loyers : calculs de l'exemple intégral (cas 3, 12 logements à Montréal ; cas 2, triplex…
calcul	`analysis/python/cases/ch27_revenus.py`	Chapitre 27 — Revenus potentiels, vacance et pertes : calculs du cas 3 (12 logements, Rosemont) et du cas 2…
calcul	`analysis/python/cases/ch28_depenses.py`	Chapitre 28 — Dépenses, réserves, CAPEX et RNE : calculs du cas 3 (12 logements, Rosemont) et du cas 2…
calcul	`analysis/python/cases/ch29_capitalisation.py`	Chapitre 29 — Capitalisation directe : calculs du cas 3 (12 logements, Rosemont ; DONNÉES SYNTHÉTIQUES).
calcul	`analysis/python/cases/ch30_dcf.py`	Chapitre 30 — Flux actualisés et valeur terminale : exemple intégral du cas 3 (12 logements, Montréal,
calcul	`analysis/python/cases/ch31_financement.py`	Chapitre 31 — Financement, levier, RCD et RPV : calculs du chapitre (cas 3, 12 logements, Montréal,
calcul	`analysis/python/cases/ch32_plex.py`	Chapitre 32 — Duplex à quintuplex : calculs de l'exemple intégral (cas 2, triplex de Limoilou, données…
calcul	`analysis/python/cases/ch33_six_logements.py`	Chapitre 33 — Immeubles de six logements et plus : tous les chiffres cités dans manuscript/chapters/ch33.tex
calcul	`analysis/python/cases/ch34_tal.py`	Chapitre 34 — TAL, encadrement locatif et scénarios : calculs du chapitre (cas 3, 12 logements, Montréal,
calcul	`analysis/python/cases/ch35_indices.py`	Chapitre 35 — Indices immobiliers et ventes répétées : exemple intégral sur le cas 1 (Gatineau, DONNÉES…
calcul	`analysis/python/cases/ch36_panel.py`	Chapitre 36 — Données de panel et identification causale : choc simulé sur les séries de RNE du cas 4
calcul	`analysis/python/cases/ch37_ml.py`	Chapitre 37 — Apprentissage automatique et explicabilité : exemple intégral sur les 600 ventes du cas 1
calcul	`analysis/python/cases/ch38_sig.py`	Chapitre 38 — SIG et risques géospatiaux (cas 1 Gatineau et cas 4 portefeuille, DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine…

Type	Fichier	Rôle
calcul	`analysis/python/cases/ch39_bayes.py`	Chapitre 39 — Modèles bayésiens et intervalles : exemple intégral sur les 600 ventes du cas 1 (Gatineau…
calcul	`analysis/python/cases/ch40_montecarlo.py`	Chapitre 40 — Monte-Carlo et stress tests (DONNÉES SYNTHÉTIQUES : cas 3, 12 logements à Montréal ; cas 4…
calcul	`analysis/python/cases/ch41_phmu.py`	Chapitre 41 — Plus haute et meilleure utilisation, terrains et développement : calculs de l'exemple intégral.
calcul	`analysis/python/cases/ch42_copro.py`	Chapitre 42 — Copropriétés et conversions : exemples chiffrés (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
calcul	`analysis/python/cases/ch43_risques.py`	Chapitre 43 — Risques environnementaux et sinistres : DONNÉES SYNTHÉTIQUES et calculs de l'exemple intégral.
calcul	`analysis/python/cases/ch44_renovation.py`	Chapitre 44 — rénovation et efficacité énergétique : analyse coût-bénéfice de deux mesures sur le sujet du…
calcul	`analysis/python/cases/ch45_dossier.py`	Chapitre 45 — Cas 1 : maison unifamiliale à Gatineau (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, propriété fictive) — dossier…
calcul	`analysis/python/cases/ch46_dossier.py`	Chapitre 46 — Cas 2 : triplex à Québec (Limoilou), dossier complet (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
calcul	`analysis/python/cases/ch47_dossier.py`	Chapitre 47 — Cas 3 : immeuble de 12 logements à Montréal (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, immeuble fictif).
calcul	`analysis/python/cases/ch48_portefeuille.py`	Chapitre 48 — Cas 4 : portefeuille multirésidentiel interrégional (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, 48 immeubles…
calcul	`analysis/python/cases/generate_all.py`	Régénère tous les jeux synthétiques (graine fixée). Usage : python3 -m analysis.python.cases.generate_all…
calcul	`analysis/python/cases/make_spreadsheets.py`	Classeurs Excel du traité (openpyxl, formules vivantes) : spreadsheets/
figure	`analysis/python/figures/ch01_figures.py`	Figures du chapitre 1 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES du cas 1, graine 20261031 ; simulations étiquetées).
figure	`analysis/python/figures/ch02_decomposition.py`	Figure ch02 — cas 3 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) : (a) revenu net d'exploitation projeté avec les baux en place…
figure	`analysis/python/figures/ch02_ecart_logements.py`	Figure ch02 — cas 3 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) : (a) ratio loyer contractuel / loyer de marché selon l'ancienneté…
figure	`analysis/python/figures/ch03_cout_usage.py`	Figure ch03 — Coût d'usage du logement au Québec, 2001-2026, données RÉELLES (Banque du Canada, Valet…

Type	Fichier	Rôle
figure	`analysis/python/figures/ch03_cycle.py`	Figures ch03 — Simulation d'un cycle stock-flux (SYNTHÉTIQUE, analysis/python/cases/ch03_cycles.py…
figure	`analysis/python/figures/ch03_mises_chantier.py`	Figure ch03 — Mises en chantier au Québec, données RÉELLES : Statistique Canada (SCHL), tableau 34-10-0135-01,
figure	`analysis/python/figures/ch03_quadrants.py`	Figure ch03 — Modèle des quatre quadrants (DiPasquale–Wheaton) tracé à partir des paramètres pédagogiques du…
figure	`analysis/python/figures/ch04_carte.py`	Figure ch04 — carte schématique des six RMR du Québec : position des centres (coordonnées de la Base de…
figure	`analysis/python/figures/ch04_ipln.py`	Figure ch04 — Indice des prix des logements neufs (IPLN), total maison et terrain, déc. 2016 = 100, janvier…
figure	`analysis/python/figures/ch04_mutations.py`	Figure ch04 — taux effectif des droits sur les mutations immobilières (droit / base d'imposition) selon la…
figure	`analysis/python/figures/ch04_parc.py`	Figure ch04 — structure du parc de logements : ménages privés selon le type de construction, Québec et Canada…
figure	`analysis/python/figures/ch04_schl.py`	Figure ch04 — marché locatif par RMR : taux d'inoccupation (octobre 2024 et 2025) et loyer moyen des…
figure	`analysis/python/figures/ch04_taux.py`	Figure ch04 — taux d'intérêt 2000-2026 : taux hypothécaire conventionnel 5 ans affiché (V80691335…
figure	`analysis/python/figures/ch05_capitalisation.py`	Figure ch05 — sensibilité de la capitalisation d'un écart de taxe foncière : perte de valeur (en % de la…
figure	`analysis/python/figures/ch05_cas1_distance.py`	Figure ch05 — prix par mètre carré habitable et distance au centre, cas 1 (Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES…
figure	`analysis/python/figures/ch05_gradient.py`	Figure ch05 — gradients du modèle monocentrique simulé (PARAMÈTRES PÉDAGOGIQUES DÉCLARÉS dans…
figure	`analysis/python/figures/ch05_rmr.py`	Figure ch05 — valeur par logement par RMR du portefeuille du cas 4 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031) et
figure	`analysis/python/figures/ch05_surface.py`	Figure ch05 — surface de rente bicentrique simulée (courbes de niveau) : enveloppe de deux surfaces d'enchère
figure	`analysis/python/figures/ch06_emphyteose.py`	Figure ch06 — emphytéose sur un immeuble locatif dont le RNE est celui du cas 3 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES…
figure	`analysis/python/figures/ch06_usufruit.py`	Figure ch06 — usufruit viager sur la maison du cas 1 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, table de mortalité synthétique) :

Type	Fichier	Rôle
figure	analysis/python/figures/ch07_charges.py	Figure ch07 — répartition des charges communes annuelles entre les huit fractions (DONNÉES SYNTHÉTIQUES).
figure	analysis/python/figures/ch07_fonds.py	Figure ch07 — trajectoire du fonds de prévoyance sur 25 ans selon trois cotisations (DONNÉES SYNTHÉTIQUES).
figure	analysis/python/figures/ch07_paires.py	Figure ch07 — ventes appariées: prix sans et avec servitude de passage pour 12 paires (DONNÉES SYNTHÉTIQUES…
figure	analysis/python/figures/ch07_sensibilite.py	Figure ch07 — sensibilité de la cotisation de seuil A* à l'inflation des coûts et au rendement du fonds…
figure	analysis/python/figures/ch08_carte_zones.py	Figure ch08 — carte synthétique des zones de « Val-Fictif » (DONNÉES SYNTHÉTIQUES): 400 lots, cinq zones,
figure	analysis/python/figures/ch08_option_sensibilite.py	Figure ch08 — sensibilité des effets de valeur du zonage (DONNÉES SYNTHÉTIQUES / hypothèses déclarées):
figure	analysis/python/figures/ch08_rezonage_paires.py	Figure ch08 — effet d'un rezonage mesuré par ventes appariées et par doubles différences (DONNÉES…
figure	analysis/python/figures/ch09_ratios.py	Figures du chapitre 9 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES du cas 1, graine 20261031):
figure	analysis/python/figures/ch10_figures.py	Chapitre 10 — figures Matplotlib:
figure	analysis/python/figures/ch11_fiche_etat.py	Figures ch11 — (1) fiche d'état du sujet du cas 1: fraction de vie utile consommée a_eff/L par composante…
figure	analysis/python/figures/ch11_frise_pathologies.py	Figure ch11 — frise INDICATIVE des pathologies et matériaux à risque selon la période de construction…
figure	analysis/python/figures/ch11_matrice_age_effectif.py	Figure ch11 — matrice état × âge chronologique → âge effectif (convention déclarée de l'ouvrage, chapitre 11).
figure	analysis/python/figures/ch12_figures.py	Figures du chapitre 12 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, cas 1, graine 20261031):
figure	analysis/python/figures/ch13_biais_datation.py	Figure ch13 — biais relatif de l'ajustement de conditions du marché lorsqu'une vente est datée à l'acte…
figure	analysis/python/figures/ch13_indices.py	Figure ch13 — trois indices souvent confondus, données RÉELLES de data/raw, rebasés T1 2017 = 100:
figure	analysis/python/figures/ch13_rfu.py	Figure ch13 — composition de l'évaluation imposable uniformisée 2026 (MAMH, richesse foncière uniformisée, CC…
figure	analysis/python/figures/ch13_schl.py	Figure ch13 — SCHL, Enquête sur les logements locatifs d'octobre 2025 (données RÉELLES, fichier…
figure	analysis/python/figures/ch14_figures.py	Chapitre 14 — figures (données SYNTHÉTIQUES, graine 20261031). Idempotent.
figure	analysis/python/figures/ch15_figures.py	Figures du chapitre 15 — Études de marché et segmentation. Produit dans assets/figures/ch15/:

Type	Fichier	Rôle
figure	`analysis/python/figures/ch17_figures.py`	Chapitre 17 — figures : cascade d'ajustements (G0404), dispersion des paires, prix bruts vs ajustés, tornade…
figure	`analysis/python/figures/ch18_figures.py`	Figures du chapitre 18 — Modèles hédoniques (cas 1, Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
figure	`analysis/python/figures/ch19_figures.py`	Figures du chapitre 19 — modèles spatiaux et temporels (cas 1, Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine…
figure	`analysis/python/figures/ch20_figures.py`	Chapitre 20 — figures : densités bootstrap et énumération exhaustive ; résidus des candidats et élargissement…
figure	`analysis/python/figures/ch21_decomposition.py`	Figure ch21 — décomposition du coût neuf du sujet du cas 1 par corps de métier (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine…
figure	`analysis/python/figures/ch21_ipcb.py`	Figure ch21 — IPCB Montréal (Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01, base 2023 = 100), données RÉELLES…
figure	`analysis/python/figures/ch21_sensibilite.py`	Figure ch21 — sensibilité du coût neuf du sujet du cas 1 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) : (a) grille taux d'indirects…
figure	`analysis/python/figures/ch22_ecarts.py`	Figure ch22 — métré de contrôle du sujet du cas 1 : écart relatif entre la quantité recalculée depuis le plan…
figure	`analysis/python/figures/ch22_repartition.py`	Figure ch22 — répartition du devis du sujet du cas 1 par corps de métier et par type d'unité de mesure
figure	`analysis/python/figures/ch23_ipcb_divisions.py`	Figure ch23 — IPCB Montréal, maison individuelle, par division de travaux (Statistique Canada 18-10-0289-01)…
figure	`analysis/python/figures/ch23_ipcb_types.py`	Figure ch23 — IPCB (Statistique Canada 18-10-0289-01, 2023 = 100), données RÉELLES lues dans data/raw :
figure	`analysis/python/figures/ch23_sensibilite.py`	Figure ch23 — sensibilité (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, cas 1 ; taux documenté Banque du Canada V80691335) :
figure	`analysis/python/figures/ch23_structure.py`	Figure ch23 — cascade de formation du coût neuf du sujet du cas 1 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031) :
figure	`analysis/python/figures/ch24_composantes.py`	Figure ch24 — composantes de courte durée du sujet du cas 1 : coût neuf et dépréciation ventilée par…
figure	`analysis/python/figures/ch24_courbes.py`	Figure ch24 — courbes de dépréciation du bâtiment en fonction de l'âge (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, cas 1, graine…
figure	`analysis/python/figures/ch24_decomposition.py`	Figure ch24 — décomposition de la valeur par le coût du sujet du cas 1 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine…
figure	`analysis/python/figures/ch24_sensibilite.py`	Figure ch24 — sensibilité (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, cas 1, graine 20261031) : (a) taux de dépréciation âge-vie…

Type	Fichier	Rôle
figure	`analysis/python/figures/ch25_figures.py`	Figures du chapitre 25 — Évaluation du terrain (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
figure	`analysis/python/figures/ch26_figures.py`	Chapitre 26 — figures (4) : loyer contractuel vs loyer de marché par logement (cas 3), distribution de…
figure	`analysis/python/figures/ch27_figures.py`	Chapitre 27 — figures (4) :
figure	`analysis/python/figures/ch28_figures.py`	Chapitre 28 — figures (5) : cascade RBP → RNE (cas 3) ; structure des dépenses en % du RBE (cas 3 vs cas 2) ;
figure	`analysis/python/figures/ch29_figures.py`	Chapitre 29 — figures (5) : taux extraits (histogramme), taux vs état/taille (nuage), surface V(RNE, R)…
figure	`analysis/python/figures/ch30_flux.py`	Ch. 30, figure « flux » : RNE, CAPEX et flux net avant dette (barres) du cas 3 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES), puis…
figure	`analysis/python/figures/ch30_gdc.py`	Ch. 30, figure « gdc » (DONNÉES RÉELLES, Banque du Canada, API Valet, téléchargées le 2026-10-31)…
figure	`analysis/python/figures/ch30_loyers.py`	Ch. 30, figure « loyers » : trajectoire du revenu brut potentiel contractuel (indexé au taux TAL + relocation…
figure	`analysis/python/figures/ch30_surface.py`	Ch. 30, figure « surface » : valeur DCF du cas 3 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) selon le taux d'actualisation r…
figure	`analysis/python/figures/ch30_tornade.py`	Ch. 30, figure « tornade » : variation de la valeur DCF du cas 3 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) pour un choc bas/haut…
figure	`analysis/python/figures/ch31_levier.py`	Ch. 31, figure « levier » (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, cas 3) : TRI des fonds propres sur dix ans et rendement…
figure	`analysis/python/figures/ch31_service_dette.py`	Ch. 31, figure « service-dette » (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, cas 3) : service de la dette annuel du prêt de 1 475…
figure	`analysis/python/figures/ch31_solde.py`	Ch. 31, figure « solde » (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, cas 3) : trajectoire du solde du prêt de 1 475 959 $ à 4,12…
figure	`analysis/python/figures/ch31_taux_bdc.py`	Ch. 31, figure « taux-bdc » (DONNÉES RÉELLES, Banque du Canada, API Valet, téléchargées le 2026-10-31) : taux…
figure	`analysis/python/figures/ch32_figures.py`	Figures du chapitre 32 — Duplex à quintuplex (données SYNTHÉTIQUES du cas 2, sauf la figure des médianes…
figure	`analysis/python/figures/ch33_figures.py`	Chapitre 33 — figures (4) : (1) SCHL, île de Montréal, loyers et inoccupation par taille d'immeuble et par…
figure	`analysis/python/figures/ch34_calcul_tal.py`	Ch. 34, figure « exemple de calcul TAL » : composantes de l'augmentation mensuelle du logement 103 du cas 3…
figure	`analysis/python/figures/ch34_ipc_base.py`	Ch. 34, figure « IPC et pourcentage de base » (DONNÉES RÉELLES : Statistique Canada, tableau 18-10-0004-01…
figure	`analysis/python/figures/ch34_rotation.py`	Ch. 34, figure « rotation espérée » : (gauche) rapport espéré loyer contractuel / loyer de marché d'un…

Type	Fichier	Rôle
figure	analysis/python/figures/ch34_trajectoires.py	Ch. 34, figure « trajectoires RBP » : revenu brut potentiel contractuel du cas 3 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) selon…
figure	analysis/python/figures/ch34_valeur_scenarios.py	Ch. 34, figure « valeur par scénario » : valeur DCF du cas 3 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) pour la grille rotation…
figure	analysis/python/figures/ch35_figures.py	Figures du chapitre 35 — Indices immobiliers et ventes répétées.
figure	analysis/python/figures/ch36_figures.py	Figures du chapitre 36 — données de panel et identification causale (cas 4, DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine…
figure	analysis/python/figures/ch37_figures.py	Figures du chapitre 37 — Apprentissage automatique et explicabilité (cas 1, Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES…
figure	analysis/python/figures/ch38_figures.py	Figures du chapitre 38 — SIG et risques géospatiaux (cas 1 Gatineau et cas 4 portefeuille, DONNÉES…
figure	analysis/python/figures/ch39_figures.py	Figures du chapitre 39 — Modèles bayésiens et intervalles (cas 1, Gatineau, DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine…
figure	analysis/python/figures/ch40_figures.py	Chapitre 40 — figures (DONNÉES SYNTHÉTIQUES : cas 3 et cas 4, graine 20261031).
figure	analysis/python/figures/ch41_figures.py	Figures du chapitre 41 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES du cas 1 ; zonage FICTIF ; hypothèses déclarées dans…
figure	analysis/python/figures/ch42_bloc_piece.py	Figure ch42 — valeur de conversion (somme des fractions nette des coûts, des frais, du portage et des délais)…
figure	analysis/python/figures/ch42_cotisation_speciale.py	Figure ch42 — charges annuelles normalisées des huit fractions (ch. 7) et part de chacune dans une cotisation…
figure	analysis/python/figures/ch42_grille.py	Figure ch42 — grille de comparaison de la fraction F4 : prix observé, prix ajusté et décomposition des…
figure	analysis/python/figures/ch42_medianes.py	Figure ch42 — prix médians Centris des copropriétés et des unifamiliales par territoire, T3 2026 (DONNÉES…
figure	analysis/python/figures/ch43_carte_cas4.py	Figure ch43 — carte schématique des 48 immeubles du cas 4 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, coordonnées fictives autour…
figure	analysis/python/figures/ch43_carte_riverain.py	Figure ch43 — municipalité fictive de Rivière-Fictive (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) : 625 lots, classes d'exposition…
figure	analysis/python/figures/ch43_did_cas4.py	Figure ch43 — doubles différences sur les séries de RNE du cas 4 avec choc d'inondation injecté en 2019…
figure	analysis/python/figures/ch43_effets_methodes.py	Figure ch43 — décote d'une zone inondable mesurée par quatre méthodes sur les ventes de Rivière-Fictive…

Type	Fichier	Rôle
figure	analysis/python/figures/ch43_placebos.py	Figure ch43 — inférence de randomisation exacte pour le DiD du cas 4 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES) : distribution…
figure	analysis/python/figures/ch44_capitalisation.py	Figure ch44 — (a) quatre lectures de ce que la thermopompe « vaut » pour le sujet du cas 1 : coût installé…
figure	analysis/python/figures/ch44_flux.py	Figure ch44 — flux annuels des deux mesures énergétiques du sujet du cas 1 (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, hypothèses…
figure	analysis/python/figures/ch44_heatmap_van.py	Figure ch44 — VAN des deux mesures selon le taux d'actualisation et la croissance du prix de l'électricité
figure	analysis/python/figures/ch44_prime_verte.py	Figure ch44 — la « prime verte » dans la littérature : fourchettes publiées par étude (valeurs vérifiées, voir
figure	analysis/python/figures/ch45_figures.py	Chapitre 45 — figures du dossier (cas 1, DONNÉES SYNTHÉTIQUES) : carte des comparables, cascade des…
figure	analysis/python/figures/ch46_figures.py	Chapitre 46 — figures du dossier « triplex à Québec » (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
figure	analysis/python/figures/ch47_dossier_figures.py	Chapitre 47 — figures du dossier « 12 logements à Montréal » (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
figure	analysis/python/figures/ch48_portefeuille_figures.py	Chapitre 48 — figures du dossier « portefeuille multirésidentiel interrégional » (DONNÉES SYNTHÉTIQUES…
figure	analysis/python/figures/run_all.py	Exécute tous les scripts de figures (analysis/python/figures/chNN_*.py) et les scripts R…
test	analysis/python/tests/conftest.py	
test	analysis/python/tests/test_cas1.py	
test	analysis/python/tests/test_cas2_cas4.py	
test	analysis/python/tests/test_cas3.py	
test	analysis/python/tests/test_ch01.py	Chapitre 1 — vérification des identités et des chiffres cités dans le texte et les solutions (données…
test	analysis/python/tests/test_ch02.py	Chapitre 2 — Droits immobiliers et bases de valeur : identités (additivité, Gordon, annuité) et valeurs…
test	analysis/python/tests/test_ch03.py	Tests du chapitre 3 — Offre, demande et cycles.
test	analysis/python/tests/test_ch04.py	Tests du chapitre 4 — marchés résidentiels québécois : lecture des données réelles (Recensement 2021…
test	analysis/python/tests/test_ch05.py	Tests du chapitre 5 — modèle monocentrique simulé, gradient prix/distance du cas 1, décomposition du cas 4,
test	analysis/python/tests/test_ch06.py	Tests du chapitre 6 — démembrements et modalités du droit de propriété (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, hypothèses…

Type	Fichier	Rôle
test	`analysis/python/tests/test_ch07.py`	Tests du chapitre 7 — servitude par ventes appariées, quotes-parts et charges de copropriété, fonds de…
test	`analysis/python/tests/test_ch08.py`	Tests du chapitre 8 — zonage et urbanisme (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
test	`analysis/python/tests/test_ch09.py`	Tests du chapitre 9 — étude de ratios (COD, PRD, PRB, proportion médiane, facteur comparatif), dossiers de…
test	`analysis/python/tests/test_ch10.py`	Chapitre 10 — vérification des chiffres cités dans le texte, les tableaux et les solutions.
test	`analysis/python/tests/test_ch11.py`	Tests du chapitre 11 — inspection synthétique du sujet du cas 1, convention d'âge effectif, dépréciation…
test	`analysis/python/tests/test_ch12.py`	Tests du chapitre 12 — mesurage, superficies, propagation d'erreur (cas 1, données synthétiques).
test	`analysis/python/tests/test_ch13.py`	Tests du chapitre 13 — lecture des fichiers RÉELS de data/raw (StatCan 18-10-0289-01, 18-10-0205-01…
test	`analysis/python/tests/test_ch14.py`	Chapitre 14 — Nettoyage, géocodage et qualité des données : reproductibilité du jeu brut, identités des…
test	`analysis/python/tests/test_ch15.py`	Chapitre 15 — Études de marché et segmentation : vérification des identités et des chiffres cités dans le…
test	`analysis/python/tests/test_ch16.py`	Chapitre 16 — vérification des chiffres cités dans le texte et les solutions.
test	`analysis/python/tests/test_ch17.py`	Chapitre 17 — vérification des identités et des chiffres cités dans le texte et les solutions (tolérances…
test	`analysis/python/tests/test_ch18.py`	Chapitre 18 — Modèles hédoniques : vérification des chiffres cités dans le texte, les tableaux et les…
test	`analysis/python/tests/test_ch19.py`	Chapitre 19 — tests des fonctions spatiales ajoutées à traite.hedonique et des chiffres cités dans le texte…
test	`analysis/python/tests/test_ch20.py`	Chapitre 20 — réconciliation et incertitude : identités, chiffres cités dans le texte et dans les solutions…
test	`analysis/python/tests/test_ch21.py`	Tests du chapitre 21 — coût neuf du sujet du cas 1, IPCB Montréal, sensibilité et exercices.
test	`analysis/python/tests/test_ch22.py`	Tests du chapitre 22 — métré et quantités du sujet du cas 1.
test	`analysis/python/tests/test_ch23.py`	Tests du chapitre 23 — coûts directs et indirects : structure du devis du cas 1, financement intérimaire…
test	`analysis/python/tests/test_ch24.py`	Tests du chapitre 24 — dépréciation et désuétudes du sujet du cas 1, extraction de marché, profils et…
test	`analysis/python/tests/test_ch25.py`	Tests du chapitre 25 — Évaluation du terrain : jeu synthétique de terrains (graine 20261031), modèle…
test	`analysis/python/tests/test_ch26.py`	Tests du chapitre 26 — baux et loyers (cas 3 et cas 2, données synthétiques).
test	`analysis/python/tests/test_ch27.py`	Tests du chapitre 27 — revenus potentiels, vacance et pertes (cas 3 et cas 2, données synthétiques ; tableaux…

Type	Fichier	Rôle
test	`analysis/python/tests/test_ch28.py`	Tests du chapitre 28 — dépenses, réserves, CAPEX et RNE (cas 3 et cas 2, données synthétiques).
test	`analysis/python/tests/test_ch29.py`	Tests du chapitre 29 — capitalisation directe (cas 3, données synthétiques).
test	`analysis/python/tests/test_ch30.py`	Tests du chapitre 30 — flux actualisés et valeur terminale (cas 3, données synthétiques).
test	`analysis/python/tests/test_ch31.py`	Tests du chapitre 31 — financement, levier, RCD et RPV (cas 3, données synthétiques ; repères BdC réels).
test	`analysis/python/tests/test_ch32.py`	Tests du chapitre 32 — Duplex à quintuplex : identités, cohérence avec traite.cas2 (partagé avec les ch. 26…
test	`analysis/python/tests/test_ch33.py`	Tests du chapitre 33 (immeubles de six logements et plus) : identités, cohérence avec traite.cas3/cas4 et le…
test	`analysis/python/tests/test_ch34.py`	Tests du chapitre 34 — TAL, encadrement locatif et scénarios (cas 3, données synthétiques ; IPC Québec réel).
test	`analysis/python/tests/test_ch35.py`	Chapitre 35 — Indices immobiliers et ventes répétées : identités et valeurs citées dans le texte, les…
test	`analysis/python/tests/test_ch36.py`	Chapitre 36 — tests des fonctions de traite.panel (récupération d'effets connus sur données simulées) et des…
test	`analysis/python/tests/test_ch37.py`	Chapitre 37 — Apprentissage automatique et explicabilité : reproductibilité et bornes de performance des…
test	`analysis/python/tests/test_ch38.py`	Chapitre 38 — tests des fonctions de traite.geo et des chiffres cités dans manuscript/chapters/ch38.tex et…
test	`analysis/python/tests/test_ch39.py`	Chapitre 39 — Modèles bayésiens et intervalles : vérification des identités, des diagnostics et des chiffres…
test	`analysis/python/tests/test_ch40.py`	Tests du chapitre 40 (Monte-Carlo et stress tests — données synthétiques, cas 3 et cas 4) : égalité stricte…
test	`analysis/python/tests/test_ch41.py`	Tests du chapitre 41 — PHMU, terrains et développement (DONNÉES SYNTHÉTIQUES du cas 1 ; zonage FICTIF…
test	`analysis/python/tests/test_ch42.py`	Tests du chapitre 42 — fraction de copropriété (grille, réconciliation), cotisation spéciale, copropriété…
test	`analysis/python/tests/test_ch43.py`	Tests du chapitre 43 — risques environnementaux et sinistres (DONNÉES SYNTHÉTIQUES, graine 20261031).
test	`analysis/python/tests/test_ch44.py`	Tests du chapitre 44 — rénovation et efficacité énergétique (sujet du cas 1, DONNÉES SYNTHÉTIQUES).
test	`analysis/python/tests/test_ch45.py`	Tests du chapitre 45 (cas 1, maison unifamiliale à Gatineau — DONNÉES SYNTHÉTIQUES) : le dossier ne doit…
test	`analysis/python/tests/test_ch46.py`	Tests du chapitre 46 — Cas 2 : triplex à Québec (dossier complet, données SYNTHÉTIQUES).

Type	Fichier	Rôle
test	analysis/python/tests/test_ch47.py	Tests du chapitre 47 (cas 3, 12 logements à Montréal — données synthétiques) : identités, valeurs citées dans…
test	analysis/python/tests/test_ch48.py	Tests du chapitre 48 (cas 4, portefeuille interrégional — données synthétiques) : identités du sommaire…
test	analysis/python/tests/test_comparables.py	
test	analysis/python/tests/test_cout.py	
test	analysis/python/tests/test_finance.py	
test	analysis/python/tests/test_hedonique.py	
test	analysis/python/tests/test_synth.py	
outil	tools/check_manuscript.py	Vérifications du manuscrit : stubs restants, figures manquantes, scripts des figures,
outil	tools/fix_idx.py	Normalise les entrées d'index (.idx) avant makeindex : ajoute une clé de tri sans accent aux entrées dont
outil	tools/glossaire_build.py	Génère manuscript/appendices/glossaire.tex à partir de la liste d'entrées ci-dessous (annexe A).
outil	tools/glossaire_extraction.py	Traçabilité du glossaire (annexe A).
outil	tools/inventaire.py	Inventaire des scripts, tests, données, figures et classeurs → manuscript/appendices/_inventaire.tex…
outil	tools/make_labels.py	Écrit un fichier d'étiquettes (newlabel) pour tous les chapitres et annexes, afin que cref{ch:NN} /…
outil	tools/make_release.py	Assemble release/ : PDF, sources LaTeX, données, figures, scripts, classeurs, corrigés, rapport de validation.
outil	tools/merge_sources.py	Fusionne sources/registry-*.csv → sources/registry.csv, sources/normes-*.csv → sources/normes-matrice.csv,
outil	tools/compile_chapter.sh	!/usr/bin/env bash
outil	tools/makeindex.sh	!/usr/bin/env bash
outil	tools/valider_chapitre.sh	!/usr/bin/env bash

Tableau E.2. Jeux de données synthétiques

Fichier	Taille
data/synthetic/README-brut.md	5 ko
data/synthetic/README.md	18 ko
data/synthetic/calibration.json	93 ko
data/synthetic/calibration_journal.csv	6 ko

Fichier	Taille
data/synthetic/cas1_gatineau_anomalies_injectees.csv	6 ko
data/synthetic/cas1_gatineau_couts.csv	2 ko
data/synthetic/cas1_gatineau_journal_exclusions.csv	22 ko
data/synthetic/cas1_gatineau_role_extrait.csv	44 ko
data/synthetic/cas1_gatineau_sujet.json	1 ko
data/synthetic/cas1_gatineau_ventes.csv	65 ko
data/synthetic/cas1_gatineau_ventes_brut.csv	111 ko
data/synthetic/cas2_quebec_depenses.csv	0 ko
data/synthetic/cas2_quebec_loyers.csv	0 ko
data/synthetic/cas2_quebec_sujet.json	0 ko
data/synthetic/cas2_quebec_ventes_plex.csv	28 ko
data/synthetic/cas3_montreal_comparables.csv	4 ko
data/synthetic/cas3_montreal_depenses.csv	1 ko
data/synthetic/cas3_montreal_etat_locatif.csv	1 ko
data/synthetic/cas3_montreal_hypotheses_dcf.json	1 ko
data/synthetic/cas3_montreal_sujet.json	0 ko
data/synthetic/cas4_portefeuille.csv	6 ko
data/synthetic/cas4_portefeuille_series.csv	33 ko
data/synthetic/ch08_zonage_lots.csv	15 ko
data/synthetic/ch08_zonage_ventes.csv	32 ko
data/synthetic/ch25_terrains_ventes.csv	20 ko
data/synthetic/ch43_riverain_lots.csv	27 ko
data/synthetic/ch43_riverain_ventes.csv	79 ko

- spreadsheets/amortissement_hypothecaire.xlsx
- spreadsheets/cas1_grille_comparaison.xlsx
- spreadsheets/cas3_dcf_12_logements.xlsx

Figures PDF générées : 219.

F

Solutions des exercices

Chapitre 1 — Théorie de la valeur et prix immobiliers

Solution de l'exercice 1.1 — Prix, valeur ou coût ?

(a) 598 000 $ est un *prix* : la contrepartie convenue lors d'une vente datée. Reformulation : « La maison s'est vendue 598 000 $ en juin ; sa valeur marchande à cette date était vraisemblablement voisine, mais elle n'est pas connue par ce seul prix. » (b) 468 000 $ est une *valeur au rôle* : une valeur réelle au sens de l'art. 43 LFM, établie à la date de référence du rôle (art. 46), non une valeur marchande à la date courante. Reformulation : « La valeur inscrite au rôle est de 468 000 $, pour une date de référence du 1er juillet 2024. » (c) 900 000 $ est une *valeur d'investissement* (ou d'usage) : propre à ces acheteurs et à leur projet familial ; elle peut légitimement dépasser la valeur marchande, et c'est cette différence qui les décide à acheter. (d) 470 000 $ est un *coût* (le prix demandé par un constructeur pour produire un bien neuf, c'est-à-dire un coût de remplacement observé sur le marché de la construction) ; il n'informe sur la valeur du sujet qu'après déduction des dépréciations. (e) 635 000 $ est une *valeur marchande* estimée : une opinion motivée au sens de l'art. 37 j) du Code des professions ; la phrase est correcte si le rapport précise la base, la date et, idéalement, la fourchette. (f) 65 000 $ est très probablement le *coût* de la piscine ; sa contribution à la valeur est ce que le marché paie pour une piscine, en général beaucoup moins (2,7 % dans le cas 1). Reformulation : « La piscine a coûté 65 000 $; elle contribue à la valeur pour un montant que le marché détermine. »

Solution de l'exercice 1.2 — Contribution et coût

La contribution d'un attribut ajouté à une maison de valeur V est $V(e^{\beta} - 1)$. Pour la piscine, $635\,821 \times (e^{0{,}02633} - 1) = 635\,821 \times 0{,}02668 = 16\,964$ $; pour le garage, $635\,821 \times (e^{0{,}03243} - 1) = 635\,821 \times 0{,}03296 = 20\,958$ $. Le principe de contribution conclut que la piscine, qui coûte 65 000 $ et n'ajoute que 16 964 $, est une *surconstruction* : près des trois quarts de la dépense ne se retrouvent pas dans la valeur, et la méthode du coût

devrait la frapper d'une désuétude fonctionnelle d'environ 48 000 $ (chapitre 24). Le garage, qui coûte 45 000 $ et ajoute 20 958 $, est lui aussi une surconstruction au sens strict, mais la perte est moindre (24 000 $ environ). Le propriétaire qui envisage ces travaux doit comprendre qu'il achète d'abord de l'utilité pour lui-même, non de la valeur de revente ; s'il ne compte pas jouir de la piscine, il ne devrait pas la construire. La leçon pour l'évaluateur est que les ajustements de la grille de comparaison se fondent sur les contributions marchandes, jamais sur les coûts déclarés par les parties.

Solution de l'exercice 1.3 — Rendements décroissants

Le prix moyen du mètre carré est $635\,821/165 = 3\,853\,\$/\text{m}^2$; le prix marginal est $\beta_S \times 3\,853 = 0{,}539 \times 3\,853 = 2\,077\,\$/\text{m}^2$ (équation (1.2)). La valeur ajoutée par l'agrandissement à 190 m² est $635\,821 \times [(190/165)^{0{,}539} - 1] = 635\,821 \times 0{,}0790 = 50\,241\,\$$, soit 2 010 $/m² pour chacun des 25 mètres carrés ajoutés : un peu moins que le prix marginal au point de départ (2 077 $/m²), parce que le prix marginal décroît le long de l'agrandissement, et à peine plus de la moitié du prix moyen. Le prix marginal égalerait le prix moyen si l'élasticité valait exactement un, c'est-à-dire si le prix était proportionnel à la superficie. Cette situation n'est presque jamais observée parce qu'une part du prix rémunère des éléments qui ne croissent pas avec la surface habitable : le terrain, les raccordements, la cuisine et les salles de bain, le garage, l'emplacement. Un acheteur qui paie 3 853 $/m² en moyenne paie en réalité un montant fixe pour « être là » et un montant décroissant pour chaque mètre carré supplémentaire. Un ajustement de superficie au prix moyen surestimerait donc l'ajustement d'un facteur $1/0{,}539 \approx 1{,}86$.

Solution de l'exercice 1.4 — Médiane, moyenne, mode et intervalle

Avec $\sigma = 0{,}12$ et une médiane de 500 000 $, la moyenne conditionnelle est $500\,000 \times e^{0{,}0072} = 503\,613\,\$$ et le mode $500\,000 \times e^{-0{,}0144} = 492\,852\,\$$ (équation (1.13)) : l'écart entre le mode et la moyenne atteint 2,2 %, alors qu'il n'est que de 1,0 % dans le cas 1. Les bornes de l'intervalle de prédiction à 95 %, en négligeant l'incertitude des coefficients, sont $500\,000 \times e^{\mp 1{,}96 \times 0{,}12}$, soit 395 206 $ et 632 581 $, c'est-à-dire de −21,0 % à +26,5 % autour de la médiane ; l'asymétrie des bornes en dollars vient de l'exponentielle. La probabilité qu'une vente s'écarte de plus de dix pour cent de la médiane est $2[1 - \Phi(\ln 1{,}1/0{,}12)] = 2[1 - \Phi(0{,}794)] = 0{,}427$ (équation (1.14)) : près d'une vente sur deux, contre une sur quatre dans le cas 1. Dans un tel marché, un prix isolé est une mesure médiocre de la valeur, la fourchette rapportée doit être large, et le nombre de ventes identiques nécessaire pour une précision de ±2 % passe de 68 à 142 (tableau 1.8).

Solution de l'exercice 1.5 — Le bien comme actif : Gordon et coût d'usage

Par l'équation (1.8), la valeur du duplex est $24\,000/(0{,}06 - 0{,}02) = 600\,000\,\$$; le taux de capitalisation implicite est $R = r - g = 4\,\%$. Pour la maison, le coût d'usage annuel

(équation (1.9)) est $600\,000 \times (0{,}045 + 0{,}01 + 0{,}015 - 0{,}02) = 600\,000 \times 0{,}05 = 30\,000$ \$, soit 2 500 \$ par mois. Si le taux d'intérêt passe à 6 %, le coût d'usage devient $600\,000 \times 0{,}065 = 39\,000$ \$, soit 3 250 \$ par mois : une hausse de 150 points de base du taux renchérit l'occupation de 30 %. Le ménage est indifférent entre louer et acheter lorsque le loyer de marché d'un logement équivalent égale le coût d'usage : 2 500 \$ par mois dans le premier cas, 3 250 \$ dans le second. Si le loyer de marché reste à 2 500 \$, la hausse du taux rend la location préférable, et le prix d'équilibre de la maison doit baisser jusqu'à ce que $V \times 0{,}065 = 30\,000$, soit $V = 461\,538$ \$, toutes choses égales d'ailleurs ; en pratique, la plus-value attendue g et les loyers s'ajustent aussi, ce qui amortit le mouvement (chapitre 3).

Solution de l'exercice 1.6 — Prix de réserve et délai de vente

(a) Avec $p = 1$ et $\delta = 1$, l'équation (1.10) s'écrit $W = -c + \mathrm{E}[\max(O, W)] = -c + W + \mathrm{E}[(O - W)^+]$, d'où $c = \mathrm{E}[(O - W)^+]$: le vendeur fixe son prix de réserve de sorte que le coût d'attendre une période égale le gain espéré d'attendre une offre meilleure. Pour O uniforme sur $[a, b]$ et $W \in [a, b]$, $\mathrm{E}[(O-W)^+] = \int_W^b (o-W)\,\mathrm{d}o/(b-a) = (b-W)^2/[2(b-a)]$. (b) En égalant à c : $(b - W)^2 = 2c(b - a)$, donc $W = b - \sqrt{2c(b-a)}$. Avec $a = 0{,}9$, $b = 1{,}1$ et $c = 0{,}005$: $W = 1{,}1 - \sqrt{0{,}002} = 1{,}1 - 0{,}0447 = 1{,}0553$. Le délai espéré est $1/[1 - F(W)] = (b - a)/(b - W) = 0{,}2/0{,}0447 = 4{,}47$ mois, et le prix espéré $(W + b)/2 = 1{,}0776$, soit 7,8 % au-dessus du centre des enchères. (c) Avec $c = 0{,}02$: $W = 1{,}1 - \sqrt{0{,}008} = 1{,}0106$, délai $0{,}2/0{,}0894 = 2{,}24$ mois, prix espéré 1,0553. Le vendeur pressé vend deux fois plus vite et 2,1 % moins cher. (d) Les deux prix espérés sont des prix de marché : chacun est l'espérance du prix de transaction d'un vendeur rationnel face à la même distribution d'acheteurs ; ils diffèrent par la contrainte de temps du vendeur, non par le bien. La définition professionnelle de la valeur marchande exige des parties non contraintes et une exposition suffisante : elle désigne le prix espéré du vendeur *non pressé*, celui du cas (b). Le prix du cas (c) est le prix espéré d'une vente « sous contrainte de temps », que l'évaluateur écarte ou ajuste lorsqu'il le rencontre parmi ses comparables ; l'écart de 2,1 % donne un ordre de grandeur de l'ajustement de conditions de vente dans ce marché simplifié.

Solution de l'exercice 1.7 — Mesurer l'ancrage

(a) En soustrayant V des deux membres de l'équation (1.15), $\hat{V}_A - V = \lambda(A - V)$: l'écart de la conclusion à la valeur est proportionnel à l'écart de l'ancre à la valeur, sans constante. Avec $x_i = A_i - V_i$ et $y_i = \hat{V}_{A,i} - V_i$, $\sum x_i y_i = 40\times18 + 30\times12 + 25\times9 + 60\times27 + 20\times10 + 15\times6 = 720 + 360 + 225 + 1\,620 + 200 + 90 = 3\,215$ et $\sum x_i^2 = 1\,600 + 900 + 625 + 3\,600 + 400 + 225 = 7\,350$, d'où $\hat{\lambda} = 3\,215/7\,350 = 0{,}437$. (b) Un prix demandé supérieur de 50 000 \$ à la valeur déplace la conclusion de $0{,}437 \times 50\,000 = 21\,900$ \$ en moyenne. (c) Protocole : (1) le dossier transmis à l'évaluateur est expurgé du prix demandé, du prix convenu et des évaluations antérieures jusqu'à la conclusion préliminaire ; (2) les filtres de sélection des comparables et les sources d'ajustement sont fixés par écrit avant toute consultation

des prix ; (3) deux méthodes indépendantes sont menées à terme séparément ; (4) la conclusion préliminaire est consignée en fourchette avec sa date avant la levée de l'expurgation ; (5) l'écart entre la conclusion préliminaire et la conclusion finale, après prise de connaissance de l'ancre, est archivé. Vérification : le cabinet réestime λ chaque année sur les écarts archivés, et il peut aussi comparer les conclusions aux prix de revente ultérieurs. (d) Dans le modèle de recherche, le coefficient de variation des prix acceptés croît avec l'écart-type des offres : avec les paramètres par défaut et σ_o passant de 0,03 à 0,12, la dispersion des prix de biens identiques augmente à peu près proportionnellement (coefficient de variation de 1,8 % à 5,5 % environ, et le délai moyen passe de 3 à 9 mois parce que le vendeur attend davantage), parce que les prix acceptés sont des tirages dans la queue d'une distribution plus étalée. Plus le marché est dispersé, plus les comparables sont bruités, plus l'évaluateur est incertain, et plus une ancre « précise » comme le prix demandé exerce d'attraction : l'ancrage est le substitut psychologique d'une information que le marché ne fournit pas, et il est d'autant plus dangereux que la fourchette légitime est large.

Chapitre 2 — Droits immobiliers et bases de valeur

Solution de l'exercice 2.1 — Quel droit évalue-t-on ?

(a) Le droit du locateur (*leased fee*) : la pleine propriété de l'art. 947 C.c.Q. grevée de trois baux de logement que l'acquéreur ne peut résilier (art. 1936–1937) et qui sont reconduits de plein droit (art. 1941). Il faut obtenir les trois baux, les avis de modification en cours, l'ancienneté des locataires et toute instance devant le TAL ; la valeur se fonde sur les loyers en place et leur trajectoire probable, non sur les loyers de marché.
(b) Une part indivise (art. 1010, 1015), grevée par une convention d'indivision publiée (art. 1014) qui accorde à l'autre indivisaire un droit d'usage exclusif. Il faut lire la convention : durée de l'indivision, droits de préemption, répartition des charges (art. 1019), modalités de sortie. La part du frère vaut moins que la moitié de la valeur de la maison, parce qu'il ne peut ni l'occuper ni la vendre librement ; la base appropriée est souvent la valeur équitable entre les coïndivisaires plutôt que la valeur marchande de la part.
(c) Une fraction de copropriété divise (art. 1038 et s.) : partie privative plus quote-part des parties communes selon la valeur relative de la déclaration (art. 1041). Il faut la déclaration de copropriété, l'attestation du syndicat sur l'état de la copropriété (art. 1068.1), les états financiers, le fonds de prévoyance et l'étude afférente, les charges. La valeur relative n'est pas la valeur marchande.
(d) Le droit de l'emphytéote (art. 1195 et s.) pour la durée restante de quarante ans : droit d'utiliser pleinement l'immeuble et de percevoir les revenus de l'immeuble construit, à charge de la rente emphytéotique, avec réversion des constructions à la municipalité au terme (art. 1208). Il faut l'acte d'emphytéose (rente, obligations de construire et d'entretenir, options de renouvellement), et la valeur se calcule par l'équation (2.6) sur quarante ans, sans réversion pour l'emphytéote. Aux fins des droits de mutation, la cession est un transfert (art. 1 de la Loi concernant les droits sur les mutations immobilières).

(e) Deux droits complémentaires : l'usufruit (art. 1120, viager s'il est sans terme, art. 1123) et la nue-propriété. L'usufruit vaut l'actualisation des revenus nets pendant l'espérance de vie du parent ; la nue-propriété vaut l'actualisation de la pleine propriété à l'échéance. La somme doit redonner la pleine propriété si les hypothèses sont cohérentes (exercice 2.4).

Solution de l'exercice 2.2 — Quelle base de valeur ?

(a) Valeur marchande au sens des NPP de l'OEAQ (p. Intro-11), ou des CUSPAP 2026 si le prêteur l'exige ; droit du locateur si l'un des logements est loué ; égale par définition à la valeur marchande.
(b) Valeur réelle au sens des art. 42 à 46 LFM, à la date de référence du rôle (art. 46 al. 1), le vendeur étant réputé détenir tous les droits des locataires (art. 45.1) ; pour un immeuble à loyers très inférieurs au marché, cette valeur est *supérieure* à la valeur marchande du droit du locateur à la même date, et le contestataire ne peut invoquer les baux en place sauf s'il entre dans les exceptions (loyer modique, logements conventionnés, offices d'habitation).
(c) Juste valeur au sens de l'IFRS 13, telle que rapportée à l'annexe A70 d'IVS 102 : prix de sortie dans une transaction normale entre intervenants du marché à la date de clôture ; très proche de la valeur marchande, généralement égale pour un immeuble de placement.
(d) Valeur assurable, soit le coût de reconstruction conforme aux normes, usages et règles de l'art (art. 1073 C.c.Q.), évalué au moins tous les cinq ans par un évaluateur agréé (CCQ, r. 4.1, art. 3) ; elle exclut le terrain et la dépréciation économique : elle peut être supérieure ou inférieure à la valeur marchande selon le rapport entre le coût de construction et les prix du marché local, et elle n'a aucune raison de lui être égale.
(e) Valeur équitable (IVS 102, A30) : prix estimé entre deux parties identifiées qui reflète leurs intérêts respectifs ; généralement comprise entre la valeur marchande de la part indivise, décotée, et la quote-part arithmétique de la valeur de l'immeuble, parce que le rachat réunit les parts et supprime la décote d'indivision (valeur synergique de la réunion).
(f) Valeur de liquidation (IVS 102, A60), prémisse de transaction forcée avec délai de commercialisation raccourci ; inférieure à la valeur marchande, l'écart croissant avec la contrainte de délai et l'illiquidité du segment.
(g) Valeur d'investissement (IVS 102, A40) : flux, taux, fiscalité et horizon propres à l'investisseur ; supérieure à la valeur marchande si l'investisseur a un avantage (coût du capital plus bas, synergies de gestion, projet de repositionnement), inférieure sinon ; la décision d'achat dépend du signe de V_{inv} − prix, non de la valeur marchande.

Solution de l'exercice 2.3 — La valeur du bail pour le locataire

Écart mensuel : $1\,047 - 728 = 319\,\$$; écart annuel $\Delta = 12 \times 319 = 3\,828\,\$$.
Cinq ans, $r = 0{,}0725$: facteur d'annuité $a_5 = [1 - (1{,}0725)^{-5}]/0{,}0725 = 4{,}0728$, d'où

$V = 3\,828 \times 4{,}0728 = 15\,591\,\$$. Dix ans : $a_{10} = [1 - (1{,}0725)^{-10}]/0{,}0725 = 6{,}9431$, d'où $V = 26\,578\,\$$. Perpétuité : $3\,828/0{,}0725 = 52\,800\,\$$.
Cette valeur n'est pas une valeur marchande parce qu'aucun marché n'existe pour l'avantage locatif d'un logement au Québec : le locataire qui cède son bail « ne peut exiger de contrepartie » (art. 1978.3 C.c.Q., introduit par L.Q. 2024, c. 2), et le sous-locateur ne peut exiger plus que son propre loyer (art. 1978.4). C'est une valeur d'usage pour ce locataire, qui dépend de sa propre durée de maintien et de son propre taux d'actualisation, vraisemblablement plus élevé que celui d'un investisseur, ce qui réduirait les montants ci-dessus. Le locateur, lui, ne peut ni résilier le bail ni imposer un loyer de marché ; il peut en revanche négocier librement une résiliation d'un commun accord et, à cette fin, offrir une indemnité de départ. L'exemple montre que, pour un locataire qui compterait rester cinq ans, une indemnité de l'ordre de 15 000 $ compenserait son avantage, et que le locateur y gagnerait si la valeur actuelle, pour lui, du rattrapage du loyer excède ce montant, ce qui est le cas puisqu'il percevrait l'écart à perpétuité, soit 52 800 $ en première approximation, moins les coûts de relocation et l'inoccupation transitoire. Toute entente de ce type doit respecter les règles sur la reprise et l'éviction (art. 1957 et s. ; moratoire de la L.Q. 2024, c. 23 jusqu'au 6 juin 2027) et ne peut être imposée.

Solution de l'exercice 2.4 — Usufruit et nue-propriété

Paramètres : $R_1 = 30\,000\,\$$, $g = 0{,}01$, $r = 0{,}06$, $n = 15$; $V_0 = R_1/(r-g) = 30\,000/0{,}05 = 600\,000\,\$$.
Usufruit. Valeur actuelle d'une annuité croissante : $V_U = \sum_{t=1}^{15} 30\,000\,(1{,}01)^{t-1}/(1{,}06)^t = \dfrac{30\,000}{0{,}06-0{,}01}\left[1 - \left(\dfrac{1{,}01}{1{,}06}\right)^{15}\right] = 600\,000 \times (1 - 0{,}48443) = 309\,341\,\$$.
Réversion. $R_{16} = 30\,000 \times 1{,}01^{15} = 34\,829\,\$$ et $V_{15} = R_{16}/(r-g) = 696\,581\,\$$; la nue-propriété vaut $V_N = V_{15}/(1{,}06)^{15} = 696\,581 \times 0{,}41727 = 290\,659\,\$$.
Vérification. $V_U + V_N = 309\,341 + 290\,659 = 600\,000\,\$$: la somme redonne la pleine propriété, parce que $V_{15}/(1+r)^{15} = V_0\,[(1+g)/(1+r)]^{15}$ est exactement le complément de l'annuité croissante (identité de Gordon, chapitre 30). L'usufruitier reçoit 51,6 % de la pleine propriété pour quinze ans de jouissance.
Usufruit viager de huit ans d'espérance de vie. $V_U = 600\,000\,[1-(1{,}01/1{,}06)^8] = 600\,000 \times (1 - 0{,}67940) = 192\,361\,\$$, soit 32,1 % de la pleine propriété ; la nue-propriété vaut alors 407 639 $. Un usufruit viager est en outre aléatoire : la valeur ci-dessus est une espérance, et un évaluateur prudent présentera une fourchette selon plusieurs durées ou utilisera une table de mortalité pour pondérer les durées possibles.

Solution de l'exercice 2.5 — Valeur au rôle, date de référence et date d'évaluation

Entre le 1er juillet 2024 et le 1er septembre 2026 s'écoulent 26 mois. Le facteur d'indexation est $(1{,}0443)^{26/12} = 1{,}0985$, et la valeur au rôle transportée vaut $468\,000 \times 1{,}0985 = 514\,084\,\$$ (facteur comparatif de 1,00 : aucune correction de proportion médiane).

Ce montant n'est qu'un repère pour trois raisons. Première correction, la proportion médiane : la valeur au rôle doit d'abord être uniformisée par le facteur comparatif du rôle (équation (2.9), art. 264 LFM), ici neutre, mais souvent différent de 1 pour la deuxième et la troisième année d'un rôle. Deuxième correction, la date : la valeur réelle décrit les conditions du marché au 1er juillet du deuxième exercice précédant le premier exercice du rôle (art. 46 al. 1 LFM), et l'indexation par un taux moyen de secteur suppose que le sujet a évolué comme son segment, ce qui n'est vrai qu'en moyenne. Troisième correction, le droit et la méthode : la valeur au rôle est une évaluation de masse de l'unité d'évaluation (art. 34) dans son état à la date de référence, fondée sur des données descriptives qui peuvent être périmées (travaux, état), et non une évaluation individuelle après inspection ; pour un immeuble locatif, elle serait de surcroît établie libre de baux (art. 45.1). La valeur transportée de 514 084 $ se compare utilement à l'indication brute de 551 029 $ du chapitre 16 et à la prédiction hédonique du chapitre 18, mais elle ne remplace aucune des méthodes.

Solution de l'exercice 2.6 — Rotation, droit du locateur et valeur au rôle

Résultats du script (taux de 7,25 %) : part des locataires de 18,44 % sans rotation (écart 397 186 $), 2,72 % avec un logement reloué par an (59 858 $), 1,21 % avec deux (27 146 $) et 0,77 % avec trois (17 360 $).
(a) Dans l'équation (2.8), la rotation entre au dénominateur comme un taux additionnel : $r - g + \rho(1 + g)$. Avec $r - g = 0{,}0375$, chaque point de rotation ajoute 0,01035 au dénominateur ; passer de $\rho = 0$ à $\rho = 1/12$ fait passer le dénominateur de 0,0375 à 0,1238, soit une division de la valeur par 3,3, et à $\rho = 2/12$ de nouveau par 1,7. L'écart de revenu est concentré sur les premières années, où le facteur d'actualisation est proche de 1 ; le taux r n'intervient qu'au second ordre, et la valeur terminale, très sensible à r, est commune aux deux droits et s'élimine dans la différence : c'est pourquoi la part varie de 18,39 % à 18,50 % seulement quand r passe de 6,25 % à 8,25 % sans rotation.
(b) Formule fermée avec $\Delta_1 = 19\,697\,\$$, $g = 0{,}035$: pour $\rho = 1/12$, dénominateur $0{,}0375 + 0{,}08333 \times 1{,}035 = 0{,}12375$, valeur 159 168 $; pour $\rho = 2/12$, dénominateur $0{,}0375 + 0{,}1725 = 0{,}21000$, valeur 93 795 $. Le module donne respectivement 59 858 $ et 27 146 $, soit environ 2,7 et 3,5 fois moins. Trois raisons : le module reloue d'abord les logements les plus éloignés du marché, ce qui ferme l'écart beaucoup plus vite qu'une rotation aléatoire où chaque logement a la même probabilité de se libérer (après deux ans, l'écart contractuel du module est tombé de 20 496 $ à 10 048 $, alors que la formule n'en retire que $1 - (10/12)^2 = 31$ %) ; les honoraires de gestion à 4 % du revenu brut effectif absorbent une part de l'écart de revenu, de sorte que le revenu net n'est pas additif dans les loyers ; enfin, les valeurs terminales des deux scénarios diffèrent légèrement en sens inverse de l'écart (voir le tableau 2.5). La formule fermée est une borne supérieure raisonnable de la décote pour une rotation aléatoire ; le module, une estimation sous une hypothèse de rotation ciblée qu'il faut déclarer.
(c) Paragraphe type. « La valeur inscrite au rôle est établie, conformément à l'article 43 de la Loi sur la fiscalité municipale, comme le prix le plus probable d'une vente de gré à gré à la date de référence du 1er juillet 2024, et, conformément à l'article 45.1, en

réputant que le vendeur détient tous les droits des locataires. Elle mesure donc la pleine propriété libre de baux, alors que le prix obtenu lors de la vente de l'immeuble reflète le droit du locateur, grevé de douze baux dont les loyers sont inférieurs d'environ 11 % au marché. L'écart entre ces deux droits, que nous estimons à un montant compris entre 27 000 $ et 60 000 $ selon la rotation attendue des locataires, n'est pas une erreur du rôle : il tient à la base de valeur que la loi impose. Une demande de révision ne peut prospérer que si la valeur de la pleine propriété libre de baux à la date de référence, et non le prix de vente, est démontrée inférieure à la valeur inscrite, après application du facteur comparatif. »

Solution de l'exercice 2.7 — Rédiger et chiffrer une hypothèse extraordinaire

(a) Supposer achevés des travaux que l'on sait non réalisés à la date d'évaluation est une *condition hypothétique* au sens des CUSPAP 2026 (information « simulée mais fausse » sur l'état physique), c'est-à-dire un cas particulier d'*Extraordinary Assumption*. Dans le vocabulaire des NPP, c'est une hypothèse extraordinaire : elle doit être prise en compte dans la substance (règle 1.2, élément 6), divulguée avec son incidence sur la valeur (règle 2.1 c)) et rappelée à chaque énoncé de la conclusion (règle 2.3, élément 7). Ces règles sont coercitives.
(b) Dans le modèle du cas 3, la dépense de 85 000 $ est déduite du flux de la première année (exercice 2027) et actualisée au taux de 7,25 % : sa valeur présente est 85 000/1,0725 = 79 254 $. Si les travaux sont réputés faits, ce flux disparaît et la valeur du droit du locateur passe, en première approximation, de 2 208 566 $ à 2 208 566 + 79 254 = 2 287 820 $, soit une hausse de 3,6 %. Elle n'augmente pas de 85 000 $ parce que la dépense évitée est future et actualisée ; elle pourrait en outre augmenter davantage si des travaux réalisés permettaient des loyers plus élevés ou une rotation différente, ce que le modèle ne suppose pas, ou moins si une partie des travaux était de toute façon couverte par la réserve de remplacement. Sous l'hypothèse, le client dispose donc d'une valeur « travaux faits » ; hors de l'hypothèse, la valeur est celle du dossier, et l'incidence à divulguer est de l'ordre de 79 000 $.
(c) Divulgation. Lettre de transmission : « La présente évaluation repose sur l'hypothèse extraordinaire, formulée à la demande du client, que les travaux de réfection de la toiture et de la maçonnerie décrits à la section X, estimés à 85 000 $, sont achevés à la date d'évaluation du 1er septembre 2026. Ces travaux n'étaient pas réalisés lors de notre inspection du [date]. Si cette hypothèse n'était pas retenue, la valeur serait réduite d'un montant de l'ordre de 79 000 $. » Section de conclusion : « Sous réserve de l'hypothèse extraordinaire énoncée à la page Y, selon laquelle les travaux de réfection sont achevés, la valeur marchande du droit du locateur, au 1er septembre 2026, est estimée à 2 290 000 $. Hors de cette hypothèse, elle serait de l'ordre de 2 210 000 $. » La mention est répétée dans l'attestation et dans le sommaire.
(d) L'usage prévu détermine l'acceptabilité. Pour un prêteur qui finance les travaux et débloque les fonds à leur achèvement, la condition hypothétique est usuelle et utile, à condition d'être nommée. Pour une vente ou un litige, elle risque de tromper un lecteur qui prendrait la valeur « travaux faits » pour la valeur actuelle ; l'évaluateur subordonne

alors son acceptation à la présentation conjointe des deux valeurs, à l'identification du client et de l'usage dans le rapport, à l'interdiction d'en extraire la conclusion sans l'hypothèse, et il refuse le mandat si l'usage prévu rend la conclusion trompeuse (Code de déontologie, art. 4 et 41 ; NPP, règle 2.1).

Chapitre 3 — Offre, demande et cycles

Solution de l'exercice 3.1 — Stock et flux au Québec

Le flux brut est $59\,864 / 3\,749\,035 = 1{,}597\,\%$ du stock. Les retraits à 0,5 % représentent $0{,}005 \times 3\,749\,035 = 18\,745$ logements, de sorte que le flux net est $59\,864 - 18\,745 = 41\,119$ logements, soit 1,097 % du stock. À ce rythme constant, le parc croît d'un facteur 1,01097 par année et atteint +10 % après $\ln(1{,}10) / \ln(1{,}01097) = 8{,}7$ années. Le stock stationnaire que ce rythme pourrait entretenir est $C/\delta = 59\,864 / 0{,}005 = 11{,}97$ millions de logements, soit plus de trois fois le parc actuel : ce chiffre n'a aucune vraisemblance à horizon humain, et il montre que l'identité stock-flux ne décrit un équilibre que lorsque le taux de retrait est significatif ; avec un δ très faible, le parc est presque entièrement hérité du passé et la construction d'une année ne peut le modifier qu'à la marge, ce qui est la raison de l'inélasticité de court terme de l'offre. Il montre aussi que la valeur retenue pour δ, non mesurée officiellement, pèse lourdement sur toute projection de long terme.

Solution de l'exercice 3.2 — Mois d'inventaire

Les ventes mensuelles moyennes sont les ventes du trimestre divisées par trois. RMR de Québec : $2\,204 / (2\,161/3) = 2\,204 / 720{,}3 = 3{,}06$ mois. RMR de Montréal : $20\,350 / (9\,265/3) = 20\,350 / 3\,088{,}3 = 6{,}59$ mois. RMR de Gatineau : $2\,256 / (1\,044/3) = 2\,256 / 348 = 6{,}48$ mois. Si les ventes montréalaises reculaient de 10 %, à 8 338,5 par trimestre, l'indicateur passerait à $20\,350 / 2\,779{,}5 = 7{,}32$ mois : une baisse de 10 % des ventes relève l'inventaire de 11 %, parce que l'indicateur est l'inverse du rythme des ventes. Les inscriptions en vigueur sont un stock mesuré à une date (la fin du trimestre) ; les ventes sont un flux par période. Le rapport d'un stock à un flux a la dimension d'un temps, ici le nombre de mois nécessaire pour écouler le stock au rythme courant, à condition que le flux soit exprimé par mois ; la convention adoptée est celle du trimestre de trois mois, les ventes trimestrielles étant divisées par trois. Une autre convention, par exemple les ventes du dernier mois seul, donnerait un indicateur plus volatil et plus sensible à la saisonnalité.

Solution de l'exercice 3.3 — Équilibre des quatre quadrants

Avec $a = 150\,000$, $b = 3{,}4722$, $i = 0{,}05$, $c_0 = 240\,000$, $c_1 = 48$ et $\delta = 0{,}01$, l'équation (3.5) donne $b\,i\,c_0 = 3{,}4722 \times 0{,}05 \times 240\,000 = 41\,667$ et $b\,i\,c_1\,\delta = 3{,}4722 \times 0{,}05 \times 48 \times 0{,}01 = 0{,}08333$,

d'où $S^* = (150\,000 - 41\,667)/1{,}08333 = 100\,000$ logements. Puis $R^* = (150\,000 - 100\,000)/3{,}4722 = 14\,400$ \$ par an, $P^* = 14\,400/0{,}05 = 288\,000$ \$ et $C^* = 0{,}01 \times 100\,000 = 1\,000$ logements par an. Vérification : $(288\,000 - 240\,000)/48 = 1\,000 = C^*$; les quatre relations sont satisfaites. Si c_0 passe à 264 000 \$, $bic_0 = 45\,833$ et $S^* = (150\,000 - 45\,833)/1{,}08333 = 96\,154$ logements ; $R^* = (150\,000 - 96\,154)/3{,}4722 = 15\,508$ \$ par an ; $P^* = 310\,154$ \$; $C^* = 962$ logements par an. Le prix d'équilibre augmente de 7,69 %, moins que les 10 % du seuil de coût, parce que la baisse du stock et la hausse du loyer qu'elle entraîne ne compensent qu'en partie la hausse du coût : une fraction de la hausse des coûts est absorbée par une réduction de la quantité construite. Mais cette hausse de 7,69 % s'applique à tout le parc, neuf et ancien, puisque c'est le prix de l'offre nouvelle qui ancre celui des substituts existants.

Solution de l'exercice 3.4 — Baisse des taux : court terme et long terme

À court terme, le stock et le loyer sont inchangés ($S = 100\,000$, $R = 14\,400$ \$) et le prix devient $P = 14\,400/0{,}04 = 360\,000$ \$, soit +25 % ; la construction bondit à $(360\,000 - 240\,000)/48 = 2\,500$ logements par an. À long terme, $bic_0 = 3{,}4722 \times 0{,}04 \times 240\,000 = 33\,333$ et $bic_1\,\delta = 0{,}06667$, d'où $S^* = (150\,000 - 33\,333)/1{,}06667 = 109\,375$ logements (+9,4 %), $R^* = (150\,000 - 109\,375)/3{,}4722 = 11\,700$ \$ par an (−18,75 %), $P^* = 11\,700/0{,}04 = 292\,500$ \$ (+1,56 %) et $C^* = 1\,093{,}75$ logements par an. Le loyer de long terme est inférieur au loyer initial parce que la baisse du taux a relevé le prix au-dessus du coût de construction, ce qui a déclenché une construction supérieure aux retraits ; le stock s'est accru et, la demande d'espace étant inchangée, le loyer qui équilibre le marché de l'espace a dû baisser jusqu'à ce que le prix capitalisé revienne au niveau où la construction ne fait plus que compenser les retraits. Un investisseur qui achèterait au prix de court terme de 360 000 \$ en supposant un loyer stable de 14 400 \$ verrait son loyer glisser vers 11 700 \$ et la valeur de son immeuble vers 292 500 \$: il aurait payé la hausse des prix qui prépare la baisse des loyers. C'est l'argument qui justifie, au chapitre 30, de projeter les loyers en tenant compte de l'offre à venir plutôt que de les extrapoler.

Solution de l'exercice 3.5 — Coût d'usage d'une unifamiliale montréalaise

Le taux de coût d'usage est $u = 4{,}58 + 0{,}9 + 2{,}5 - 3{,}1 = 4{,}88$ %. Le coût annuel est $645\,500 \times 0{,}0488 = 31\,500$ \$, soit 2 625 \$ par mois, et le ratio prix/loyer implicite est $1/0{,}0488 = 20{,}5$. Avec une plus-value anticipée de 1,3 %, $u = 6{,}68$ %, le coût mensuel monte à 3 593 \$ et le multiple tombe à 15,0. Avec un taux de 5,58 % et $g = 3{,}1$ %, $u = 5{,}88$ % et le multiple est 17,0, soit une baisse de 17,0 % par rapport à 20,5 : la semi-élasticité $-1/u = -20{,}5$ prévoit −20,5 % pour une variation infinitésimale, et la variation discrète de 100 points de base donne −17,0 %. Le loyer moyen des appartements de trois chambres et plus de la RMR de Montréal, 1 626 \$ en octobre 2025, est très inférieur au coût mensuel de 2 625 \$; mais la comparaison est fragile : un appartement de trois chambres dans un immeuble locatif n'offre ni la superficie, ni le terrain, ni la localisation

moyenne d'une maison médiane, et le loyer SCHL est une moyenne sur l'ensemble du parc, baux anciens compris, alors que le coût d'usage est calculé au prix courant. Lu dans l'autre sens, un loyer de 1 626 $ par mois capitalisé au taux de coût d'usage de 4,88 % justifie un prix de $1\,626 \times 12 / 0{,}0488 = 399\,836$ $, ce qui donne l'ordre de grandeur du prix auquel un ménage serait indifférent entre louer cet appartement et acheter un logement de service équivalent.

Solution de l'exercice 3.6 — Simulation : délais et réactivité

Les résultats proviennent de la fonction `sensibilite_cycle` ($\lambda = 0{,}75$, choc de 6 % étalé sur douze trimestres). Référence ($L = 6$, $\kappa = 0{,}48$) : pointe du loyer +15,0 %, creux −7,0 %, inoccupation maximale 5,0 %, période 47 trimestres, amortissement 0,17. Délai de douze trimestres et $\kappa = 0{,}24$: pointe +16,5 %, creux −5,7 %, inoccupation maximale 4,2 %, période 76 trimestres, amortissement 0,13 ; le délai long produit un creux marqué même avec une offre deux fois moins réactive, et la période s'allonge à dix-neuf ans. Délai de deux trimestres et $\kappa = 0{,}48$: pointe +12,0 %, creux −1,2 %, inoccupation maximale 4,5 %, période 39 trimestres, amortissement 0,01 ; l'offre rapide élimine presque le second cycle. Note : dans un marché à offre réactive, les promoteurs décident de construire sur la base du prix courant, et le volume mis en chantier au sommet du cycle est d'autant plus grand que le prix a eu le temps de monter avant que les premières livraisons ne viennent le modérer. Une maison individuelle livrée en deux ou trois trimestres arrive sur le marché alors que la pénurie est encore réelle ; elle freine la hausse des loyers et réduit l'incitation à construire davantage. Une tour livrée en douze trimestres arrive après que les loyers ont culminé et, souvent, après que d'autres tours décidées au même moment ont déjà été livrées : l'excédent de stock est plus grand, l'inoccupation plus élevée, le creux des loyers plus profond, et l'arrêt des chantiers qui suit prépare la pénurie du cycle suivant. Le déplacement de la construction québécoise vers les appartements, documenté au tableau 3.4, accroît donc le délai moyen de livraison et, toutes choses égales d'ailleurs, l'amplitude potentielle des cycles.

Solution de l'exercice 3.7 — Condition d'oscillation

Pour $L = 1$, l'équation (3.9) s'écrit $S_{t+1} = (1-\delta)S_t + \kappa(a - S_{t-1}) - c_0/c_1$. L'équilibre stationnaire S^* vérifie $S^* = (1-\delta)S^* + \kappa(a - S^*) - c_0/c_1$; en soustrayant, l'écart $s_t = S_t - S^*$ obéit à $s_{t+1} = (1-\delta)s_t - \kappa s_{t-1}$. Les solutions $s_t = r^t$ exigent $r^2 - (1-\delta)r + \kappa = 0$, dont les racines sont $r = [(1-\delta) \pm \sqrt{(1-\delta)^2 - 4\kappa}]/2$. Elles sont réelles et positives, donc la convergence est monotone, si $\kappa \le (1-\delta)^2/4$; complexes conjuguées si $\kappa > (1-\delta)^2/4$. Dans ce cas leur produit vaut κ, donc leur module commun est $\sqrt{\kappa}$, et leur somme $2\sqrt{\kappa}\cos\theta = 1 - \delta$ fixe l'argument θ ; la solution $s_t = A\kappa^{t/2}\cos(\theta t + \varphi)$ oscille avec la période $2\pi/\theta$ et converge si et seulement si $\kappa < 1$. Pour $\delta = 0{,}01$, le seuil est $(0{,}99)^2/4 = 0{,}2450$. Pour $\kappa = 0{,}48$: module $\sqrt{0{,}48} = 0{,}693$, $\cos\theta = 0{,}99/(2 \times 0{,}693) = 0{,}7145$, $\theta = 0{,}775$ rad, période $2\pi/0{,}775 = 8{,}1$ années. Pour $\kappa = 0{,}30$: module 0,548, $\cos\theta = 0{,}99/1{,}095 = 0{,}904$, $\theta = 0{,}442$ rad, période 14,2 années : une offre moins

réactive donne des oscillations plus amorties et plus lentes. Le marché devient instable lorsque $\kappa = 1/(b\,i\,c_1) > 1$, soit $c_1 < 1/(b\,i) = 1/(3{,}4722 \times 0{,}05) = 5{,}76$ dollars par logement et par unité de rythme annuel ; il commence à osciller lorsque $\kappa > 0{,}2450$, soit $c_1 < 1/(b\,i \times 0{,}2450) = 23{,}5$. Une pente c_1 faible, c'est-à-dire une offre qui répond fortement au prix courant, est donc à la fois la condition de l'élasticité de long terme et la source des cycles. La politique qui réduit l'amplitude sans sacrifier l'élasticité n'agit pas sur c_1 mais sur le délai L et sur les anticipations : raccourcir les délais d'approbation et de construction, et diffuser l'information sur les logements en construction pour que les promoteurs réagissent au stock à venir plutôt qu'au prix courant, ce que Wheaton (1999) identifie comme le facteur d'amortissement des cycles.

Chapitre 4 — Marchés résidentiels québécois

Solution de l'exercice 4.1 — Parts et taux de propriété

Les types « attenants ou en appartement » sont les six types du tableau 4.1 autres que la maison individuelle non attenante et le logement mobile : appartements de moins de cinq étages (1 242 980), duplex (269 415), appartements de cinq étages ou plus (225 795), maisons jumelées (200 495), maisons en rangée (99 205) et autres maisons attenantes (15 405). Leur somme est de 2 053 295 ménages, soit $2\,053\,295/3\,749\,035 = 54{,}8\,\%$ des ménages québécois, contre 46,2 % au Canada. Les propriétaires parmi eux se comptent en appliquant à chaque type son taux de propriété : $261\,130 + 115\,575 + 64\,680 + 163\,140 + 71\,255 + 7\,390 = 683\,170$, d'où un taux de propriété de $683\,170/2\,053\,295 = 33{,}3\,\%$ pour cet ensemble, contre 39,5 % au Canada (moyenne pondérée des taux canadiens par type). Le taux global du Québec (59,9 %) est inférieur à celui du Canada (66,5 %) bien que celui des maisons individuelles y soit supérieur (92,2 % contre 89,8 %) pour deux raisons qui s'additionnent : un effet de *structure*, puisque la maison individuelle, presque toujours occupée par son propriétaire, ne loge que 44,6 % des ménages québécois contre 52,6 % des ménages canadiens, et un effet de *comportement* au sein des logements attenants et en appartement, où la propriété est moins fréquente au Québec (33,3 %) qu'au Canada (39,5 %), la copropriété divise étant moins répandue dans les petits immeubles québécois, majoritairement détenus en bloc par un propriétaire. C'est un cas de paradoxe de composition : la comparaison type par type et la comparaison globale ne vont pas dans le même sens.

Solution de l'exercice 4.2 — Mois d'inventaire et délais

Par l'équation (4.6), Sherbrooke : $M = 825/(569/3) = 825/189{,}67 = 4{,}35$ mois ; Trois-Rivières : $M = 447/(372/3) = 447/124 = 3{,}60$ mois. Selon les bornes usuelles (moins de quatre mois : marché de vendeurs ; quatre à six : équilibré ; plus de six : marché d'acheteurs), Trois-Rivières reste un marché de vendeurs et Sherbrooke se situe dans la partie basse de la zone d'équilibre, ce que confirment les hausses de prix médians de 8 % et 7 % sur un an rapportées par l'APCIQ pour l'unifamiliale. Si les inscriptions

de Sherbrooke augmentaient de 30 % à ventes constantes, $M = 825 \times 1{,}3/189{,}67 = 1\,072{,}5/189{,}67 = 5{,}65$ mois : le marché resterait équilibré mais s'approcherait du seuil de six mois, et l'évaluateur devrait s'attendre à un allongement des délais de vente et à une atténuation de l'ajustement positif de conditions du marché. L'indicateur est sensible : une hausse de 30 % de l'offre fait passer le marché d'une zone à la frontière de la suivante, ce qui montre qu'il faut le lire en tendance et non en niveau.

Solution de l'exercice 4.3 — Variation brute et variation sur logements comparables

Les 19 500 logements conservés ont un loyer moyen de $1\,000 \times 1{,}06 = 1\,060$ $ en octobre 2025 et les 1 500 logements neufs un loyer de 1 700 $; l'univers compte 21 000 logements et le loyer moyen vaut

$$\bar{L}_{2025} = \frac{19\,500 \times 1\,060 + 1\,500 \times 1\,700}{21\,000} = \frac{20\,670\,000 + 2\,550\,000}{21\,000} = 1\,105{,}71\,\$.$$

La variation brute, par l'équation (4.4), est $1\,105{,}71/1\,000 - 1 = 10{,}57\,\%$; la variation sur logements comparables, par l'équation (4.5), est de 6,0 % puisque les 19 500 logements présents aux deux dates ont tous augmenté de 6 % (les 500 logements retirés, loués 1 000 $ en 2024, ne font pas partie de $\mathcal{S}$). L'écart de 4,6 points est l'effet de composition : il tient entièrement à l'entrée de 1 500 logements neufs loués 60 % au-dessus de la moyenne. Pour projeter les revenus d'un immeuble de 1975 dont les locataires sont en place, c'est la variation sur logements comparables (6 %) qui mesure la croissance effectivement obtenue par les propriétaires d'immeubles existants, et encore faut-il la comparer à la hausse accordée par la fixation du Tribunal lorsque les locataires refusent. Pour estimer le loyer de marché d'un immeuble neuf, c'est le loyer moyen des logements neufs entrés dans l'univers (1 700 $), et non le loyer moyen de l'univers (1 106 $) ni sa variation, qui est pertinent ; la variation brute, elle, ne sert à aucune des deux fins.

Solution de l'exercice 4.4 — Droits sur les mutations

La base d'imposition est le plus élevé de la contrepartie et de la valeur marchande établie par la valeur au rôle multipliée par le facteur comparatif (art. 1.1 et 2 LDMI) : la valeur uniformisée est $590\,000 \times 1{,}02 = 601\,800$ $. Pour une vente à 620 000 $, la base est le prix, 620 000 $, et le droit, avec le barème de Gatineau en vigueur depuis le 25 février 2026 (0,5 % jusqu'à 62 900 $, 1 % jusqu'à 315 000 $, 1,5 % jusqu'à 500 000 $, 3 % au-delà), vaut par l'équation (4.8)

$$\begin{aligned} T &= 0{,}005 \times 62\,900 + 0{,}01 \times 252\,100 + 0{,}015 \times 185\,000 + 0{,}03 \times 120\,000 \\ &= 314{,}50 + 2\,521 + 2\,775 + 3\,600 = 9\,210{,}50\,\$, \end{aligned}$$

soit un taux effectif de $9\,210{,}50/620\,000 = 1{,}49\,\%$. Pour une vente à 560 000 $, la base n'est plus le prix mais la valeur uniformisée de 601 800 $, supérieure ; le droit vaut $314{,}50 + 2\,521 + 2\,775 + 0{,}03 \times 101\,800 = 8\,664{,}50$ $, soit 1,44 % de la base mais 1,55 %

du prix effectivement payé. L'acheteur qui a négocié un prix inférieur à la valeur uniformisée paie donc un droit calculé sur une valeur qu'il n'a pas payée ; ce cas se présente dans les marchés en baisse ou lorsque le rôle, établi sur un marché antérieur, surévalue l'immeuble. L'évaluateur retient que le droit ne fait pas partie du prix ni de la valeur marchande, mais qu'il entre dans le coût d'acquisition et que, pour les immeubles dont la valeur au rôle excède le marché, la contestation du rôle (chapitre 9) a aussi un effet sur les droits de mutation des transactions futures.

Solution de l'exercice 4.5 — Croissance démographique et horizon de projection

Par l'équation (4.3), $g = (903\,607/840\,396)^{1/5} - 1 = 1{,}07522^{0{,}2} - 1 = 1{,}46\,\%$ par année. Prolongé dix ans, ce rythme donnerait $903\,607 \times 1{,}0146^{10} = 1\,044\,650$ habitants en 2035. Le scénario de référence de l'ISQ prévoit +16 % entre 2025 et 2051, soit $903\,607 \times 1{,}16 = 1\,048\,184$ habitants en 2051 et un TCAC implicite de $1{,}16^{1/26} - 1 = 0{,}57\,\%$ par année, à peine plus du tiers du rythme de 2020-2025 ; la simple extrapolation de ce dernier donnerait 1 317 519 habitants en 2051, soit 26 % de plus que le scénario de l'ISQ. L'écart tient au ralentissement de l'immigration et au vieillissement, intégrés par l'ISQ mais absents d'une extrapolation. Pour un promoteur qui livre un immeuble locatif en 2029, la conclusion est double : la demande continue de croître à Québec, ce qui distingue cette RMR de Montréal (−3 %) et de Saguenay (−6 %) dans le même scénario, mais à un rythme deux à trois fois inférieur à celui qui a produit la pénurie de 2021-2024 ; les hypothèses de loyers et d'absorption du projet doivent reposer sur le scénario démographique, non sur la tendance récente, et la sensibilité de la valeur du terrain à un taux d'inoccupation de 3 à 4 % plutôt que de 1 à 2 % doit être explicitée (chapitre 41).

Solution de l'exercice 4.6 — Prix soutenable et taux

Dérivation. L'équation (4.9) donne le paiement p d'un capital M : $p = M\,i_m / [1-(1+i_m)^{-n}]$. En l'inversant, $M = p\,[1-(1+i_m)^{-n}]/i_m$, et comme le capital emprunté est la fraction $(1-m)$ du prix, $P^* = M/(1-m)$, ce qui est l'équation (4.10) ; le facteur $[1-(1+i_m)^{-n}]/i_m$ est la valeur actuelle d'une annuité de 1 \$ sur n mois (`traite.finance.facteur_va_annuite`).

Application. Ici la mise de fonds est un montant fixe de 90 000 \$, non une proportion : $P^* = M + 90\,000$. À 4,12 %, $i_m = (1{,}0206)^{1/6} - 1 = 0{,}003406$ et le capital soutenu par 2 400 \$ par mois sur 300 mois est $M = 450\,666$ \$, d'où $P^* = 540\,666$ \$. Au taux de qualification de 6,19 %, $i_m = 0{,}005088$, $M = 368\,582$ \$ et $P^* = 458\,582$ \$: le ménage perd 15,2 % de capacité d'achat entre le taux contractuel et le taux auquel il doit se qualifier, ce qui est l'effet recherché par le test de résistance (chapitre 31).

Semi-élasticité et élasticité. Par différences finies centrées de 10 points de base, la semi-élasticité $\partial \ln P^*/\partial i$ vaut −10,8 % par point de pourcentage à 3 % et −9,3 % par point à 6 % : un point de taux coûte davantage de prix soutenable quand les taux sont bas. L'élasticité $\partial \ln P^*/\partial \ln i$ vaut en revanche −0,33 à 3 % et −0,56 à 6 %. Les deux résultats ne se contredisent pas, parce que l'élasticité est la semi-élasticité multipliée par le

taux : $\partial \ln P^* / \partial \ln i = i \, \partial \ln P^* / \partial i$, soit $0{,}03 \times (-10{,}84) = -0{,}33$ et $0{,}06 \times (-9{,}29) = -0{,}56$. Un point de pourcentage est une variation relative de 33 % du taux à 3 % mais de 17 % seulement à 6 % ; la semi-élasticité, exprimée par point, décroît avec le taux parce que la part des intérêts dans le paiement augmente moins que proportionnellement, tandis que l'élasticité croît parce que le dénominateur relatif diminue. Pour l'analyse de marché, c'est la semi-élasticité qui compte, puisque les banques centrales et les prêteurs raisonnent en points de pourcentage.

Solution de l'exercice 4.7 — Lecture critique d'une fiche de marché

Indicateurs (sources et dates dans le tableau 4.2). Population de 374 226 habitants au 1er juillet 2025 et TCAC 2020-2025 de 1,18 % (Statistique Canada, 17-10-0148-01 ; partie québécoise de la RMR seulement) ; part des locataires de 34,6 % en 2021, mais pour l'ensemble de la RMR d'Ottawa-Gatineau, parties ontarienne et québécoise confondues, ce qui sous-estime vraisemblablement la part québécoise, Gatineau étant plus locative qu'Ottawa ; mois d'inventaire de 6,5 (2 256/(1 044/3)) et délai de vente médian de 34 jours pour l'unifamiliale au T3 2026 (APCIQ, ventes par courtier seulement, en baisse de 12 % sur un an, inscriptions en hausse de 42 %) ; IPLN de 116,6 en septembre 2026, en hausse de 0,3 % sur douze mois (logements neufs seulement, à qualité constante ; ne dit rien des reventes) ; taux d'inoccupation passé de 1,9 % à 3,8 % entre octobre 2024 et octobre 2025 (SCHL, immeubles de trois logements et plus, mesure physique d'octobre, qualité d pour la variation des loyers) ; variation des loyers sur logements comparables de 4,5 % pour l'ensemble des logements ; MRB implicite de 11,8 pour un plex à trois logements au loyer moyen des deux chambres de 1 460 $ (construction combinant des sources et des dates différentes).
Fiche (environ 250 mots). Gatineau est un marché de taille moyenne dont la demande structurelle est portée par la fonction publique fédérale et par la migration en provenance d'Ottawa, où les prix sont nettement plus élevés ; sa croissance démographique de 2020-2025 (1,18 % par année) est intermédiaire entre Montréal et les villes moyennes. La revente a basculé en 2026 : avec 6,5 mois d'inventaire et une offre en hausse de 42 % sur un an, le marché est passé d'une situation de vendeurs à l'équilibre, voire au-delà pour la copropriété dont la médiane recule de 5 % ; la médiane unifamiliale recule de 3 % sur un an à 480 000 $. Les prix des logements neufs sont presque stables (0,3 %), ce qui distingue Gatineau de Montréal et de Québec. Le marché locatif s'est détendu plus vite que partout ailleurs au Québec, le taux d'inoccupation doublant à 3,8 %, au-dessus du seuil de 3 %, tandis que les loyers restent les plus élevés des six RMR ; la hausse sur logements comparables ralentit à 4,5 %. Le MRB implicite de 11,8, le plus bas des trois grandes RMR, traduit des prix de plex modérés au regard de loyers élevés. Chaque indicateur a ses angles morts : les médianes excluent les ventes sans courtier et subissent la composition, l'IPLN ignore la revente, la SCHL ignore les duplex et les copropriétés louées, et la part des locataires n'est connue que pour la RMR entière.
Fenêtre et ajustement. Dans un marché dont les médianes reculent de 3 à 5 % sur un an et dont l'inventaire a presque doublé, la fenêtre des comparables doit être courte, six à neuf mois, et l'ajustement de conditions du marché pour des ventes de janvier à septembre

2026 doit être nul ou légèrement négatif pour les ventes les plus anciennes, de l'ordre de −0,25 % par mois d'ancienneté au maximum, à étayer par des ventes répétées ou par un modèle hédonique local (chapitres 17 et 19) plutôt que par la variation des médianes ; la détente du locatif justifie en outre une vacance économique de 3 à 4 % dans toute projection de revenus pour un plex de ce marché.

Chapitre 5 — Économie urbaine et rente foncière

Solution de l'exercice 5.1 — Courbes d'enchère de von Thünen

Par l'équation (5.2), la rente au centre est $R_0 = Y\,(p - c)$ et la pente $t = Y f$. Pour le maraîchage, $R_0 = 20 \times (300 - 250) = 1000$ \$/ha/an et $t = 20 \times 3 = 60$ \$/ha/an/km, d'où $R_M(d) = 1000 - 60\,d$; la culture cesse d'être rentable à $d_M^* = (300 - 250)/3 = 16{,}67$ km. Pour les grandes cultures, $R_0 = 4 \times (500 - 350) = 600$ \$/ha/an et $t = 4 \times 5 = 20$ \$/ha/an/km, d'où $R_G(d) = 600 - 20\,d$ et $d_G^* = 150/5 = 30$ km.
Le maraîchage offre davantage tant que $1000 - 60\,d > 600 - 20\,d$, soit $d < 400/40 = 10$ km : il occupe l'anneau de 0 à 10 km, les grandes cultures l'anneau de 10 à 30 km, et le sol n'est plus cultivé au-delà de 30 km. À la frontière de 10 km, les deux cultures offrent la même rente, 400 \$/ha/an. La rente de marché est l'enveloppe des deux courbes : $1000 - 60\,d$ jusqu'à 10 km, puis $600 - 20\,d$. Un hectare au centre rapporte 1 000 \$ par an ; capitalisé à 4 % par l'équation (5.3), il vaut $1000/0{,}04 = 25\,000$ \$. On remarque que l'usage intensif (rendement élevé, fret important par hectare) occupe le centre bien que sa distance limite propre (16,7 km) soit la plus courte : c'est la pente, non la portée, qui tranche.

Solution de l'exercice 5.2 — Capitalisation d'un écart de taxe

Le supplément de taxe annuel est $\Delta T = (0{,}0080 - 0{,}0070) \times 500\,000\,\$ = 500\,\$$. Par l'approximation (5.19) avec $r = i = 5$ % et $\kappa = 1$, $\Delta V = -500/0{,}05 = -10\,000\,\$$, soit 2,0 % de la valeur ; avec $\kappa = 0{,}6$, $\Delta V = -6\,000\,\$$. Par la formule exacte (5.18), la rente brute implicite est $R_b = V_0\,(i + \tau_0) = 500000 \times 0{,}057 = 28\,500\,\$$, la valeur sous le nouveau taux $V_1 = 28500/0{,}058 = 491\,379\,\$$ et $\Delta V = -500/0{,}058 = -8\,621\,\$$, soit 1,72 % ; l'approximation surestime la perte de 16 %, rapport $(i + \tau_1)/i = 0{,}058/0{,}050$.
Si le supplément finance un service que les acheteurs valorisent 300 \$ par année, le flux net capitalisé n'est plus que $500 - 300 = 200\,\$$: $\Delta V \approx -200/0{,}05 = -4\,000\,\$$ (exact : $-200/0{,}058 = -3\,484\,\$$). C'est la logique de la capitalisation des biens publics locaux de la section 5.4 : ce qui se capitalise est l'écart de taxe *net* de la valeur des services qu'il achète, et un degré de capitalisation κ inférieur à un est souvent la trace empirique de cette compensation.

Solution de l'exercice 5.3 — Le gradient de Muth

Avec $u = z^{1-\beta} q^{\beta}$, la demande de logement est $q = \beta\,(y - td)/p$. La proposition 5.1 donne $p'(d) = -t/q(d) = -t\,p/[\beta\,(y - td)]$, soit $\mathrm{d}\ln p/\mathrm{d}d = -t/[\beta\,(y - td)]$. En intégrant de 0 à d : $\ln p(d) - \ln p_0 = (1/\beta)\,[\ln(y - td) - \ln y]$, d'où l'équation (5.6), $p(d) = p_0\,(1 - td/y)^{1/\beta}$. Comme $\ln(1 - x) = -x - x^2/2 - \cdots < -x$, le logarithme exact décroît plus vite que $-td/(\beta y)$: l'approximation exponentielle $p_0 e^{-\gamma d}$ surestime le prix, et l'écart croît avec d.

Numériquement, avec $y = 80000$, $t = 700$, $\beta = 0{,}30$ et $p_0 = 260$: $\gamma = 700/(0{,}30 \times 80000) = 0{,}02917$ par km. À 5 km, $p = 260\,(1 - 3500/80000)^{3{,}333} = 260 \times 0{,}95625^{3{,}333} = 223{,}98$ \$/m²/an (exponentielle : $260\,e^{-0{,}1458} = 224{,}72$, écart +0,3 %) ; à 10 km, $p = 260 \times 0{,}9125^{3{,}333} = 191{,}61$ (exponentielle : 194,22, écart +1,4 %). La consommation de logement est $q(0) = 0{,}30 \times 80000/260 = 92{,}3$ m² et $q(10) = 0{,}30 \times 73000/191{,}61 = 114{,}3$ m² : le ménage éloigné consacre 10 % de moins au logement en dollars mais obtient 24 % de surface de plus. Si l'autoroute réduit t de 25 %, à 525 \$/km/an, le gradient tombe à $\gamma = 525/24000 = 0{,}0219$ par km (2,19 % au lieu de 2,92 %) : la demi-distance passe de 23,8 à 31,7 km, la ville s'étale et les prix relatifs de la périphérie montent, ceux du centre baissant si la population est donnée.

Solution de l'exercice 5.4 — Levier de la rente et valeur résiduelle

(a) Par la proposition 5.2, $r/r_0 = (p/p_0)^{1/\alpha}$ avec $1/\alpha = 3{,}333$. Une hausse de 10 % du prix des logements multiplie la rente du sol par $1{,}10^{3{,}333} = 1{,}374$, soit +37,4 % ; une baisse de 10 % la multiplie par $0{,}90^{3{,}333} = 0{,}704$, soit −29,6 %. L'asymétrie vient de la convexité de la puissance.

(b) Le bâtiment déprécié vaut $C_N - D = 397567 \times (1 - 0{,}30) = 278\,297$ \$. Par l'équation (5.11), $V_L = 560000 - 278297 = 281\,703$ \$ (50,3 % de la valeur) et le levier (5.12) est $V/V_L = 560000/281703 = 1{,}99$. Si l'indication est révisée à 532 000 \$, $V_L = 532000 - 278297 = 253\,703$ \$, une baisse de 9,9 % pour une baisse de 5 % de la valeur, conformément au levier de 1,99.

(c) Dans les deux cas, le terrain reçoit ce qui reste après rémunération d'un facteur reproductible dont le coût ne dépend pas de l'emplacement : le capital de construction dans le modèle de production, le bâtiment déprécié dans la méthode du coût. L'élasticité $1/\alpha$ et le levier V/V_L sont la même grandeur, l'inverse de la part du sol dans la valeur ; avec une part de 30 %, le levier serait de 3,33, et avec la part de 50 % du sujet il est de 2. Le chapitre 25 en tire la règle de prudence de la méthode résiduelle.

Solution de l'exercice 5.5 — Taux nominal et taux effectif

(a) Par l'équation (5.20), $\tau_{\text{eff}} = \tau_{\text{rôle}}/F$: Québec $0{,}7464/1{,}10 = 0{,}6785$ \$ par 100 \$ de valeur marchande ; Gatineau $0{,}5224/1{,}02 = 0{,}5122$; Montréal $0{,}4631/1{,}00 = 0{,}4631$. Sur une valeur marchande de 500 000 \$, la taxe générale est de 3 393 \$ à Québec, 2 561 \$ à Gatineau et 2 316 \$ à Montréal (hors taxes d'arrondissement et tarifications).

(b) L'écart effectif Québec–Gatineau est de $0{,}6785 - 0{,}5122 = 0{,}1663$ \$ par 100 \$, soit 832 \$ par année ; capitalisé à 5 % par l'équation (5.19), il vaut 16 639 \$ avec $\kappa = 1$ et 9 983 \$ avec $\kappa = 0{,}6$. L'écart nominal (22,4 pb, 1 120 \$, 22 400 \$) aurait surestimé la capitalisation d'un tiers.
(c) Trois raisons au moins interdisent d'en faire un ajustement de localisation entre une vente de Québec et une vente de Gatineau. Premièrement, les deux propriétés ne sont pas sur le même marché : les acheteurs de Québec ne sont pas en concurrence avec ceux de Gatineau, et la méthode de comparaison exige des substituts (chapitre 16) ; l'écart de prix entre les deux villes reflète des rentes urbaines différentes, dont la taxe n'est qu'une composante. Deuxièmement, l'écart de taxe finance des services différents, et seule la part non compensée par les services se capitalise ($\kappa < 1$). Troisièmement, les charges comparées sont incomplètes : tarifications par logement, taxes de secteur ou d'arrondissement, taxe scolaire identique, facteur comparatif de Québec supposé. L'équation (5.20) corrige le taux, elle ne fabrique pas un comparable.

Solution de l'exercice 5.6 — Identifier un gradient en présence de secteurs

(a) Lorsqu'on ajoute la distance linéaire au modèle de référence, qui contient déjà les quatre indicatrices de secteur et le terme $\max(d - 3,\ 0)$, le coefficient de $\max(d - 3, 0)$ passe de $-0{,}36$ à $+0{,}29$ % par km (erreur-type 0,81 point) et celui de la distance linéaire vaut $-0{,}64$ % par km (erreur-type 0,76 point) ; aucun des deux n'est distinct de zéro, et les erreurs-types ont triplé. Les indicatrices de secteur bougent peu (Gatineau $-1{,}5$ %, Aylmer $+9{,}3$ %, Buckingham $-24{,}6$ %, Masson-Angers $-25{,}8$ %) et le R^2 reste à 0,853. Les deux mesures de distance et les indicatrices portent la même information, puisque les secteurs sont des tranches de distance : c'est une quasi-colinéarité, et les données ne permettent pas de séparer un effet de distance continu d'un effet de secteur discret.
(b) Sur les 380 ventes de Hull et de Gatineau à moins de 10 km, la spécification contrôlée sans indicatrices donne un gradient de $-0{,}59$ % par km (erreur-type 0,14 point, $R^2 = 0{,}80$) : à l'intérieur de l'aire centrale, les prix baissent avec la distance, et cette pente est pour l'essentiel l'écart de secteur ($-2{,}2$ %) réparti sur six kilomètres de différence de distance médiane. Sur les 125 ventes d'Aylmer, le gradient est de $-0{,}68$ % par km mais avec une erreur-type de 0,46 point : la plage de distances du secteur est trop étroite pour identifier une pente. Sur les 186 ventes de Hull seules, $-0{,}75$ % par km avec une erreur-type de 0,65 point, pour la même raison. Les signes sont tous négatifs, ce qui est cohérent avec le modèle monocentrique à l'intérieur de chaque secteur, mais seul l'échantillon qui enjambe deux secteurs a la puissance nécessaire.
(c) Note au réviseur (environ 200 mots). Le coefficient de distance du modèle de référence ($-0{,}36$ % par km au-delà de 3 km, non significatif) n'est pas l'effet de la localisation : il mesure ce que la distance ajoute *une fois les secteurs pris en compte*, et les secteurs absorbent presque toute la variation géographique des prix du jeu. L'effet de localisation d'un comparable d'Aylmer par rapport au sujet de Hull est la somme de l'effet de secteur ($+8{,}9$ %) et de l'effet de distance résiduel ($-0{,}36$ % par km sur l'écart de distance au-delà de 3 km) ; c'est cette somme, de l'ordre de $+6$ % pour un comparable à 11 km, que l'ajustement de localisation doit retrancher, et non le seul coefficient de distance.

Pour la mesurer, on comparerait des ventes d'Aylmer et de Hull de caractéristiques semblables (appariement du chapitre 16), on estimerait un modèle hédonique avec indicatrices de secteur et on en déduirait l'ajustement complet (chapitres 17 et 18), en vérifiant par un modèle spatial (chapitre 19) que les résidus ne conservent pas de structure géographique. La règle est de ne jamais interpréter un coefficient isolément : la localisation est l'ensemble des termes qui dépendent du lieu.

Solution de l'exercice 5.7 — Accessibilité gravitaire à deux centres

(a) Les distances au centre principal et au sous-centre sont de 3,00 et 9,85 km pour A, de 9,49 et 3,16 km pour B, de 13,42 et 10,00 km pour C. Par l'équation (5.15) avec $\lambda = 0{,}10$: $A_{\mathrm{A}} = 100000\,e^{-0{,}300} + 30000\,e^{-0{,}985} = 85286$; $A_{\mathrm{B}} = 100000\,e^{-0{,}949} + 30000\,e^{-0{,}316} = 60592$; $A_{\mathrm{C}} = 100000\,e^{-1{,}342} + 30000\,e^{-1{,}000} = 37178$; classement A, B, C. Avec $\lambda = 0{,}20$: 59066, 30935 et 10894 ; même classement, mais les écarts relatifs se creusent, parce qu'une friction plus forte pénalise davantage les emplacements éloignés de tout centre comme C.
(b) Avec $\theta = 0{,}25$, l'écart de prix entre deux emplacements est $(A_j/A_k)^{\theta} - 1$. Pour $\lambda = 0{,}10$: A vaut $(85286/60592)^{0{,}25} - 1 = +8{,}9$ % de plus que B, et B $(60592/37178)^{0{,}25} - 1 = +13{,}0$ % de plus que C. Pour $\lambda = 0{,}20$: +17,5 % et +29,8 %. Le paramètre de friction est donc aussi déterminant que θ pour les écarts de prix prédits, et il doit être estimé ou tiré d'enquêtes de déplacement plutôt que posé.
(c) Avec un seul centre, $A_j = E_1 e^{-\lambda d_{j1}}$, donc $\theta \ln A_j = \theta \ln E_1 - \theta\lambda\, d_{j1}$: la seconde forme de l'équation (5.16) est la première avec $\gamma_1 = \theta\lambda$ et une constante absorbée par α ; les deux paramètres θ et λ ne sont pas identifiés séparément, seul leur produit l'est. Avec plusieurs centres, imposer les masses E_k réduit le nombre de paramètres à deux (θ et λ, ou θ seul si λ est fixé), ce qui est précieux lorsque les ventes sont peu nombreuses ou les centres nombreux et proches, et donne une mesure d'accessibilité interprétable et transférable ; on perd en revanche la possibilité que les données contredisent la pondération par l'emploi, par exemple si un sous-centre commercial pèse plus que son emploi ne le suggère, ou qu'un centre influe à un rythme différent des autres. La première forme, avec un γ_k par centre, est plus souple mais exige davantage de données et souffre de colinéarité entre distances corrélées, comme l'a montré l'exercice 5.6 pour les secteurs.

Chapitre 6 — Code civil et droit immobilier

Solution de l'exercice 6.1 — Meubles, immeubles et prix du comparable

Qualification. La thermopompe centrale est raccordée aux conduits et au circuit électrique : elle est un meuble incorporé ou, à tout le moins, attaché à demeure qui assure l'utilité de l'immeuble ; elle est immeuble (art. 901 ou 903 C.c.Q.). Le lave-vaisselle encastré est attaché à demeure sans perdre son individualité : immeuble tant qu'il y reste (art. 903). Le réfrigérateur et la cuisinière autonomes sont des meubles : ils ne sont

ni incorporés ni attachés. Le spa posé sur une dalle avec un simple raccordement électrique est un cas limite ; sauf intégration permanente (encastrement, structure dédiée), il est traité comme un meuble et la contrepartie déclarée de 4 000 $ est retranchée. Les rideaux sont des meubles. Le cabanon sur fondations est une construction à caractère permanent : immeuble (art. 900). Le mobilier de la garderie sert « à l'exploitation d'une entreprise ou à la poursuite d'activités » dans l'immeuble : il demeure meuble même s'il est fixé (art. 903, al. 2) ; la garderie elle-même signale par ailleurs un usage à vérifier au regard du zonage (chapitre 8).
Prix retenu. 612 000 $ − 6 500 $ − 4 000 $ = 601 500 $ pour l'immeuble. La thermopompe, le lave-vaisselle encastré et le cabanon restent dans le prix immobilier et font l'objet, s'il y a lieu, d'ajustements de propriété dans la grille (chapitre 17).
Réserve. La contrepartie déclarée des meubles dans l'acte est fixée par les parties, souvent pour des raisons fiscales (droits de mutation, taxes de vente), et ne reflète pas nécessairement leur valeur ; l'évaluateur la confronte à la valeur d'usage de biens semblables et, en cas d'écart manifeste, l'ajuste en le documentant. La ventilation doit aussi être cohérente avec la base d'imposition déclarée aux fins de la Loi concernant les droits sur les mutations immobilières, qui inclut dans l'immeuble certains meubles attachés à demeure (art. 1.0.1).

Solution de l'exercice 6.2 — Lire une fiche de l'index des immeubles

(a) Droits qui suivent l'immeuble. La servitude de passage de 1987 est une charge réelle publiée : elle suit le fonds servant « en quelques mains qu'il passe » (art. 1182) et demeure opposable à tout acquéreur (art. 2941, 2943). L'hypothèque immobilière de 2019 et l'hypothèque des loyers qui l'accompagne (art. 2695) sont des droits réels accessoires (art. 2660–2661) ; elles suivent le bien, mais le vendeur est tenu de les purger à la vente, même déclarées, sauf si l'acheteur assume la dette (art. 1723). L'hypothèque de 2009 est radiée et n'a plus d'effet. L'avis d'hypothèque légale de la construction de 2024 est une sûreté qui doit, elle aussi, être purgée ou réglée avant que l'acquéreur reçoive un titre libre.
(b) Pièces à consulter. L'inscription n'emporte qu'une présomption simple d'existence du droit (art. 2944) et la fiche ne donne que la nature du document et les parties (CCQ, r. 6, art. 4–5). Il faut lire l'acte de servitude de 1987 pour connaître l'assiette, le bénéficiaire, les conditions d'exercice et le terme éventuel, et le reporter sur le certificat de localisation ; l'acte d'hypothèque de 2019 pour le montant, le rang et l'étendue de l'hypothèque des loyers ; l'acte de vente de 2019 pour les droits transmis, le prix déclaré, la ventilation des meubles et les déclarations aux fins des mutations ; l'acte de 2009 pour la chaîne des titres. Chaque document coûte un dollar en consultation.
(c) L'hypothèque légale de la construction. Elle révèle que des travaux ont été exécutés récemment et que l'entrepreneur n'a pas été payé, ou conteste l'avoir été : il y a eu des travaux à documenter (nature, permis, qualité), un litige possible avec l'entrepreneur, et un passif qui devra être réglé avant la vente. Pour un acheteur, c'est un signal de risque sur la qualité des travaux et sur la situation financière du vendeur ; pour l'évaluateur, c'est une raison d'obtenir les factures et les permis et d'examiner les

travaux à l'inspection (chapitre 11).
(d) La présomption de l'article 2943. Un droit inscrit est présumé connu de celui qui acquiert un droit sur le bien, et celui qui s'abstient de consulter le registre et la réquisition ne peut invoquer sa bonne foi. L'évaluateur n'acquiert pas de droit, mais la présomption fixe le standard de diligence du marché : le prix qu'un acheteur raisonnable paie tient compte des charges inscrites. Un évaluateur qui n'a pas consulté le registre et conclut une valeur en pleine propriété libre de charges a commis une erreur d'identification du droit évalué, non une simple imprécision ; les normes de pratique exigent l'identification légale de l'immeuble et des droits évalués (NPP, règles 1.2 et 2.3).

Solution de l'exercice 6.3 — Valeur d'une part indivise

(a) Quote-part arithmétique : $\frac{1}{3} \times 900\,000\,\$ = 300\,000\,\$$. Avec une décote de 12 % (équation (6.1)) : $V_{\text{part}} = 300\,000\,\$ \times (1 - 0{,}12) = 264\,000\,\$$.
(b) Le droit de retrait de l'article 1022 permet à tout indivisaire d'écarter, dans les 60 jours où il l'apprend et au plus tard un an après l'acquisition, le tiers qui a acquis une part à titre onéreux, en lui remboursant le prix et les frais ; il fait peser sur tout acheteur extérieur une incertitude qui déprime le prix. Mais ce droit « ne peut être exercé lorsque les indivisaires ont, dans la convention d'indivision, stipulé des droits de préemption et que, portant sur un immeuble, ces droits ont été publiés » (art. 1022, al. 3). La convention publiée (art. 1014) remplace donc le retrait par une préemption : les coïndivisaires doivent se prononcer avant la vente, et l'acheteur qui franchit cette étape acquiert une part sécurisée. L'usage exclusif d'un logement et la durée de trente ans ajoutent à la stabilité du droit. Ces trois éléments réduisent la décote par rapport à une indivision sans convention ; la décote de 12 % retenue doit être présentée comme une hypothèse, idéalement étayée par des ventes de parts indivises dans le secteur.
(c) En copropriété divise, chaque fraction serait une propriété distincte, matériellement divisée, librement aliénable et hypothécable sans dépendre des coïndivisaires : la décote d'indivision disparaîtrait, remplacée par les frais de copropriété et l'organisation du syndicat. La conversion suppose la publication d'une déclaration de copropriété (art. 1038) précédée d'un plan cadastral immatriculant les parties privatives et communes (art. 3030) et, pour un immeuble qui comporte ou a comporté un logement dans les dix dernières années, l'autorisation du Tribunal administratif du logement, avec interdiction de principe dans l'agglomération de Montréal (Loi sur le TAL, art. 51 et s. ; chapitre 42). La valeur relative des fractions serait fixée selon l'article 1041.
(d) Les indivisaires sont tenus, à proportion de leur part, des frais d'administration et des autres charges communes (art. 1019) : dans l'approche du revenu appliquée à la part, un tiers des taxes, de l'assurance, de l'entretien des parties communes et des réserves est imputé à la part évaluée, et le revenu est celui du logement dont l'indivisaire a l'usage exclusif (loyer de marché s'il l'occupe, loyer contractuel s'il le loue), sous réserve des règles du bail de logement.

Solution de l'exercice 6.4 — Servitude de passage et ventes appariées

(a) Moins-values absolues : 548 000 $ − 531 000 $ = 17 000 $; 602 000 $ − 586 500 $ = 15 500 $; 575 000 $ − 559 000 $ = 16 000 $; moyenne 16 167 $. Moins-values relatives (par rapport au prix libre) : 3,10 %, 2,57 % et 2,78 % ; moyenne 2,82 %.
(b) Appliquée au sujet : 0,0282 × 638 000 $ ≈ 17 990 $, soit environ 18 000 $.
(c) L'approximation par l'élasticité prix-terrain (12 725 $) mesure l'effet d'une *réduction de la superficie utile* du lot, comme si les 120 m² grevés étaient retranchés ; elle convient mieux à une servitude de non-construction qu'à une servitude de passage, qui n'enlève pas de superficie mais impose la circulation d'un tiers, une perte d'intimité et des contraintes d'aménagement que le marché peut pénaliser davantage que la seule perte de surface. Les ventes appariées mesurent directement ce que le marché paie pour l'absence de la charge, mais elles supposent des paires réellement semblables et un échantillon suffisant ; trois paires donnent un ordre de grandeur, non une mesure précise, et l'écart-type des trois moins-values relatives (environ 0,27 point) doit accompagner la moyenne. Les deux mesures ne portent donc pas sur le même objet et ne se substituent pas l'une à l'autre.
(d) L'article 1189 permet le rachat de la servitude de passage, sauf enclave, lorsque son utilité pour le fonds dominant « est hors de proportion avec l'inconvénient ou la dépréciation qu'elle entraîne pour le fonds servant » ; à défaut d'entente, le tribunal fixe le prix « en tenant compte, notamment, de l'ancienneté de la servitude et du changement de valeur que la servitude entraîne, tant au profit du fonds servant qu'au détriment du fonds dominant ». L'évaluateur doit donc chiffrer deux grandeurs : la moins-value du fonds servant (environ 18 000 $ ici) et la plus-value que la servitude procure au fonds dominant, c'est-à-dire la perte que son extinction lui infligerait (accès plus long, stationnement perdu, travaux de remplacement). Le prix du rachat se situe entre ces deux grandeurs et dépend de l'appréciation du tribunal ; la moins-value du fonds servant ne le fixe pas seule, parce que le texte vise explicitement le changement de valeur des deux fonds.

Solution de l'exercice 6.5 — Quantum d'un vice caché

(a) Réduction de prix (équation (6.10)) : $\Delta P = C_{\text{rép}} - \Delta V_{\text{plus-value}} = 46\,000\,\$ - 9\,000\,\$ = 37\,000\,\$$, soit 7,1 % du prix de 520 000 $; le prix qu'un acheteur informé du vice aurait payé est estimé à 483 000 $. La plus-value est déduite parce qu'un drain et un système de pompage neufs placent le bâtiment de 35 ans dans un état meilleur que celui qu'un acheteur informé pouvait attendre ; ne pas la déduire enrichirait l'acheteur.
(b) Si le vendeur connaissait le vice ou ne pouvait l'ignorer, il doit en outre réparer le préjudice subi (art. 1728) : 37 000 $ + 6 500 $ = 43 500 $. S'il était de bonne foi, la réclamation se limite à la réduction de prix de 37 000 $ (art. 1726–1727) ; les troubles et pertes de jouissance ne sont pas indemnisés.
(c) Les parties peuvent exclure la garantie légale (art. 1732), et l'acheteur qui « achète à ses risques et périls d'un vendeur non professionnel » ne peut se plaindre d'un vice que le vendeur ignorait (art. 1733, al. 2). La clause ferme donc le recours pour un vendeur de bonne foi. Elle ne protège toutefois pas le vendeur « s'il n'a pas révélé les vices qu'il

connaissait ou ne pouvait ignorer » (art. 1733, al. 1) : si la preuve établit que le vendeur connaissait la contamination, la réclamation de 43 500 $ subsiste. Pour l'évaluateur, la clause explique aussi pourquoi le prix de 520 000 $ aurait été plus bas si la vente avait été conclue sans garantie : l'acheteur aurait exigé une prime pour le risque assumé.
(d) Marcoux c. Picard (2008 QCCA 259, par. 20) retient que « le test de l'article 1726 C.c.Q. est celui de l'acheteur prudent et diligent et non pas celui de l'expert tatillon » et que l'inspection préachat n'est pas une expertise. Le vice est caché si un acheteur prudent, aidé d'un inspecteur généraliste mais sans expert, ne pouvait le constater : une contamination du drain enfoui, invisible sans excavation ni caméra, satisfait ce critère. À l'inverse, des traces d'eau visibles au sous-sol, non investiguées, auraient pu rendre le vice apparent ou, du moins, imposer à l'acheteur de pousser l'examen. L'évaluateur qui mesure le quantum doit donc d'abord s'assurer, avec le juriste, que le caractère caché est établi.

Solution de l'exercice 6.6 — Usufruit viager et conversion en rente

Hypothèses : $V = 455\,000\,\$$, $r = 4{,}5\ \%$, $g = 1\ \%$, usufruitière de 72 ans, table de mortalité synthétique du chapitre.
(a) Valeur locative nette cohérente : $L = (r - g)V = 0{,}035 \times 455\,000\,\$ = 15\,925\,\$$ par an. Espérance de vie à 72 ans selon la table synthétique : 13,0 ans. Par l'équation (6.5), $U_{72} = 158\,934\,\$$; nue-propriété $NP_{72} = V - U_{72} = 296\,066\,\$$, soit 65,1 % de la pleine propriété ; le calcul direct par l'équation (6.6) donne le même montant (proposition 6.1).
(b) La durée espérée du droit sous la convention de décompte annuel est le nombre espéré de fruits, $n_{\text{eff}} = \sum_{t\ t-1} p_{72} = 13{,}49$ ans (l'espérance de vie plus une demi-année). Avec ce terme fixe (équation (6.4)) : $NP = 455\,000\,\$ \times (1{,}01/1{,}045)^{13{,}49} = 287\,350\,\$$, soit 63,2 %, et $U = 167\,650\,\$$. L'approximation surestime l'usufruit et sous-estime la nue-propriété de 8 716 $ (1,9 point) : c'est l'effet de concavité de l'annuité en fonction de la durée (inégalité de Jensen), modeste à ce taux mais systématique. Avec un terme entier de 13 ans, on obtiendrait $NP_{13} = 292\,198\,\$$ (64,2 %), plus proche du résultat viager par le simple effet de l'arrondi.
(c) La rente viagère constante de même valeur actuelle que l'usufruit vaut U_{72} divisé par l'annuité viagère $\sum_{t\ t-1} p_{72}\,(1+r)^{-t}$: 17 038 $ par an, supérieure au fruit de première année (15 925 $) parce qu'elle remplace un flux croissant de 1 % par an par un flux constant. C'est l'ordre de grandeur qu'un tribunal appliquant l'article 1171 retiendrait sous ces hypothèses ; il tiendrait aussi compte « de l'étendue du droit, de sa durée, ainsi que des fruits et revenus qui en sont tirés ».
(d) L'usufruit accordé sans terme à une personne morale est trentenaire (art. 1123) : terme fixe de 30 ans, $U_{30} = 291\,257\,\$$ et $NP_{30} = 163\,743\,\$$, soit 36,0 % de la pleine propriété. La nue-propriété vaut alors beaucoup moins qu'avec une usufruitière de 72 ans, parce que la durée certaine de 30 ans dépasse largement son espérance de vie.
(e) Le rapport déclare : la valeur de la pleine propriété et sa méthode ; la table de mortalité (source, sexe, période), ici synthétique et donc impropre à un usage réel ; l'âge et l'état de santé connu de l'usufruitière à la date d'évaluation ; le taux d'actualisation et la croissance des fruits, avec leur justification ; la convention de décompte annuel des

fruits ; la valeur locative nette retenue et sa cohérence avec V ; la répartition des charges (entretien à l'usufruitière, réparations majeures au nu-propriétaire, art. 1151) ; et une analyse de sensibilité au taux et à la table (tableau 6.7).

Solution de l'exercice 6.7 — Emphytéose : durée restante, seuils et renouvellement

Hypothèses : $RNE_1 = 142\,000\,\$$, $g = 2\,\%$, $r = 7\,\%$, rente fixe $R_e = 24\,000\,\$$, durée restante $n = 28$ ans.
(a) Pleine propriété (équation (6.2)) : $V = 142\,000\,\$/(0{,}07 - 0{,}02) = 2\,840\,000\,\$$. Droit de l'emphytéote (équation (6.8)) : $V_{28}^{\text{emph}} = 1\,805\,044\,\$$, soit 63,6 % de la pleine propriété. Droit du propriétaire (équation (6.9)) : rentes actualisées $24\,000\,\$ \times a_{\overline{28}|7\,\%} = 291\,291\,\$$; reprise $2\,840\,000\,\$ \times (1{,}02/1{,}07)^{28} = 743\,665\,\$$; total $1\,034\,956\,\$$. Somme des deux droits : $1\,805\,044\,\$ + 1\,034\,956\,\$ = 2\,840\,000\,\$ = V$, conformément à l'argument télescopique.
(b) La copropriété divise ne peut être établie sur l'immeuble bâti par l'emphytéote que si la durée non écoulée, au moment de la publication de la déclaration, « est supérieure à 50 ans » (art. 1040) : avec 28 ans restants, la conversion est impossible. Un renouvellement de quarante ans, permis sans nouvelles constructions pour un immeuble déjà bâti (art. 1198), porterait la durée à 68 ans et rouvrirait cette possibilité ; la valeur du droit de l'emphytéote passerait à $2\,390\,930\,\$$ (84,2 %) et celle du propriétaire à $449\,070\,\$$, somme inchangée. Le renouvellement transfère donc environ $586\,000\,\$$ de valeur du propriétaire à l'emphytéote, ce qui explique qu'il se négocie contre une rente révisée ou une contrepartie.
(c) Oui : la Loi concernant les droits sur les mutations immobilières inclut dans le « transfert » l'établissement d'une emphytéose et « la cession des droits de l'emphytéote » (art. 1). Sur une base de $1\,805\,044\,\$$ avec les tranches 2026 (équation (6.12)) : $0{,}5\,\% \times 62\,900\,\$ = 314{,}50\,\$$; $1\,\% \times 252\,100\,\$ = 2\,521\,\$$; $1{,}5\,\% \times (1\,805\,044\,\$ - 315\,000\,\$) = 22\,350{,}66\,\$$; total $25\,186{,}16\,\$$, soit 1,40 % de la valeur cédée. Si la base d'imposition retenue par la municipalité était la valeur marchande du droit cédé plutôt que la contrepartie stipulée, c'est cette valeur qu'il faudrait justifier.
(d) Si les flux du propriétaire sont actualisés à 5,5 %, ses rentes valent $338\,914\,\$$ et sa reprise $1\,104\,217\,\$$, soit $1\,443\,131\,\$$; la somme des deux droits devient $3\,248\,175\,\$$, supérieure de $408\,175\,\$$ à la pleine propriété. L'interprétation est que le marché valorise davantage un flux quasi obligataire (rente garantie par un droit réel sur l'immeuble, reprise à terme) qu'un flux d'exploitation exposé au risque locatif : le démembrement crée de la valeur en séparant les deux. L'évaluateur ne doit pas forcer l'identité ; il doit expliquer les taux retenus pour chaque droit et signaler que la somme n'est pas une valeur de la pleine propriété.

Chapitre 7 — Cadastre, titres, servitudes et copropriété

Solution de l'exercice 7.1 — Budget d'une recherche au registre foncier

Consultations en ligne : la fiche de l'index des immeubles, six actes et le plan cadastral font huit documents à 1 $, soit 8 $. État certifié des droits : 16 $ plus 16 $ pour la réquisition, soit 32 $. Copie certifiée de l'acte de servitude : 42 $. Total : $8 + 32 + 42 = 82$ $ (tableau 7.1). La fiche immobilière indique la nature des documents publiés et le nom des parties, non leur contenu : elle révèle qu'une servitude existe, pas son assiette ni ses obligations accessoires, et qu'une vente a eu lieu, pas son prix ni ses conditions. L'article 2943 du Code civil répute l'acquéreur informé de tout droit inscrit, de sorte que l'évaluateur, qui raisonne comme l'acheteur type, doit connaître le contenu des charges ; l'article 2944 ne confère à l'inscription qu'une présomption simple d'existence du droit, ce qui signifie qu'une inscription peut viser un droit éteint ou invalide et qu'un acte doit être lu pour en juger. Le rapport déclare que l'évaluateur a consulté l'index des immeubles et les actes énumérés à telle date, qu'il n'a pas procédé à un examen de titres au sens notarial et qu'il présume la validité des titres ; si la portée d'une charge demeurait incertaine, il formulerait une hypothèse extraordinaire explicite.

Solution de l'exercice 7.2 — Quotes-parts et charges d'une petite copropriété

La somme des superficies est $65 + 80 + 95 + 120 = 360\ \text{m}^2$. Les quotes-parts (7.7) sont $65/360 = 0{,}1806$, $80/360 = 0{,}2222$, $95/360 = 0{,}2639$ et $120/360 = 0{,}3333$, et les contributions annuelles $0{,}1806 \times 54\,000 = 9\,750$ $, 12 000 $, 14 250 $ et 18 000 $; la somme est bien 54 000 $.

Avec un coefficient de 1,05 pour la fraction du dernier étage, sa valeur relative devient $120 \times 1{,}05 = 126$, la somme des valeurs relatives $65 + 80 + 95 + 126 = 366$, sa quote-part $126/366 = 0{,}3443$ et sa contribution $0{,}3443 \times 54\,000 = 18\,590$ $, soit 590 $ de plus ; les trois autres fractions voient leur contribution baisser à 9 590 $, 11 803 $ et 14 016 $. Le coefficient d'étage traduit la « situation » de la partie privative, critère admis par l'article 1041 au même titre que la nature, la destination et les dimensions ; la qualité des rénovations intérieures relève de l'« utilisation » que le même article exclut expressément, et elle changerait d'ailleurs au gré des propriétaires alors que la valeur relative est fixée dans la déclaration et ne peut être modifiée par une décision du syndicat contraire à celle-ci (art. 1102).

Solution de l'exercice 7.3 — Ventes appariées

Les différences $d_j = P_j^{\text{avec}} - P_j^{\text{sans}}$ valent $-14\,000$ $, $-17\,000$ $, $-14\,000$ $, $-22\,000$ $, $-14\,000$ $ et $-23\,000$ $. Leur moyenne (7.2) est $\bar{d} = -104\,000/6 = -17\,333$ $; la médiane, moyenne des troisième et quatrième valeurs ordonnées ($-17\,000$ et $-14\,000$), est $-15\,500$ $; l'écart-type (7.3) est $s_d = 4\,179$ $ et l'erreur-type $4\,179/\sqrt{6} = 1\,706$ $. L'intervalle de confiance à 95 % est $-17\,333 \pm 2{,}571 \times 1\,706$, soit de $-21\,720$ $ à $-12\,947$ $. Le prix moyen des immeubles libres est $2\,637\,000/6 = 439\,500$ $ et l'effet relatif $-17\,333/439\,500 = -3{,}94$ %.

L'intervalle a une largeur de 8 773 $, contre 12 740 $ pour les douze paires de l'exemple : il est ici plus étroit malgré un échantillon deux fois plus petit, parce que les différences sont beaucoup moins dispersées (s_d de 4 179 $ contre 10 026 $), ce qui tient à la construction de l'exercice. Dans un échantillon réel de six paires, une dispersion aussi faible serait inhabituelle ; l'évaluateur conclurait à un effet négatif significatif de l'ordre de 3 à 5 % du prix, retiendrait un ajustement central de −4 % et documenterait que six paires ne permettent pas de distinguer, par exemple, une servitude longeant la limite d'une servitude traversant la cour.

Solution de l'exercice 7.4 — Modèle de la bande et paires

La bande mesure $4 \times 35 = 140\ \text{m}^2$; sa valeur au prix unitaire du terrain est $140 \times 165 = 23\,100$ $, et avec une perte d'utilité de 60 %, l'équation (7.6) donne $\Delta_S \approx 0{,}6 \times 23\,100 = 13\,860$ $. L'effet moyen des paires de l'exercice 7.3 est de 17 333 $: le modèle de la bande en représente 80 % environ, et sur un ajustement de 20 000 $ il n'en expliquerait que 69 %.

L'écart s'explique par ce que le modèle de la bande ne voit pas : la servitude traverse la cour arrière, elle interdit la piscine et le bâtiment accessoire que les acheteurs du secteur valorisent, elle expose à l'accès des équipes d'entretien et elle rend l'immeuble plus difficile à revendre, autant d'effets qui portent sur l'immeuble entier et non sur la seule bande. Les paires, qui mesurent le prix réellement payé, captent ces effets ; le modèle de la bande ne mesure que la valeur foncière neutralisée. L'évaluateur retient donc la mesure par paires comme estimation centrale, 17 000 $ à 18 000 $ arrondis, en citant le modèle de la bande comme borne inférieure et vérification de cohérence ; il n'adopterait le modèle de la bande seul qu'en l'absence de paires, et il le dirait.

Solution de l'exercice 7.5 — Fonds de prévoyance d'une composante unique

Coût indexé (7.11) : $75\,000 \times 1{,}025^7 = 89\,151$ $. Facteur de fonds d'amortissement à 2 % sur sept ans : $0{,}02/(1{,}02^7 - 1) = 0{,}13451$. Cotisation annuelle (7.12) : $89\,151 \times 0{,}13451 = 11\,992$ $; sept versements de ce montant, capitalisés à 2 %, accumulent exactement 89 151 $.

Sans indexation, la cotisation serait calculée sur 75 000 $: $75\,000 \times 0{,}13451 = 10\,088$ $, et le fonds accumulerait 75 000 $ à l'an 7 alors que la toiture coûtera 89 151 $, d'où un découvert de 14 151 $, soit 16 % du coût, à combler par contribution spéciale. Avec un rendement de 3 %, le facteur devient $0{,}03/(1{,}03^7 - 1) = 0{,}13051$ et la cotisation $89\,151 \times 0{,}13051 = 11\,635$ $, soit 357 $ de moins par année seulement. Sur sept ans, les intérêts composés sur des versements échelonnés représentent une petite part du capital accumulé, alors que l'indexation s'applique au coût entier sur toute la période : c'est pourquoi l'hypothèse de hausse des coûts pèse davantage que le rendement, et pourquoi l'omission d'indexer est l'erreur la plus coûteuse dans une étude de fonds de prévoyance à court horizon.

Solution de l'exercice 7.6 — Étude de sensibilité avec le script du chapitre

Les appels à `cotisation_seuil` donnent : (a) avec $\pi = r = 3\ \%$, $A_1^* = 21\,409\,\$$, pratiquement la valeur centrale de l'exemple (21 891 $) parce que la hausse de π et celle de r se compensent presque ; (b) avec un plancher de 25 000 $, $A_1^* = 23\,228\,\$$, soit 1 337 $ de plus ; (c) avec un solde d'ouverture de 150 000 $, $A_1^* = 17\,304\,\$$: les 65 000 $ supplémentaires d'aujourd'hui, capitalisés à 2 % jusqu'à l'an 14, remplacent environ 4 590 $ de cotisation annuelle indexée sur quatorze ans ; (d) sans indexation, la cotisation constante de seuil est de 25 625 $, plus élevée à l'an 1 que la cotisation indexée mais inférieure à celle-ci à partir de l'an 8 environ, et le solde final n'est que de 125 996 $ contre 239 241 $ dans l'exemple : la cotisation constante protège la génération actuelle moins bien et la suivante moins encore.

Pour F4, l'ajustement de la section 7.6.4 est $-q_4 D_0 = -0{,}1408 \times 150\,908 = -21\,248\,\$$. La hausse de cotisation nécessaire est $q_4(A_1^* - A_1^{\text{act}}) = 0{,}1408 \times (21\,891 - 12\,000) = 1\,393\,\$$ à l'an 1, indexée à 2,5 % ; sa valeur actualisée à 5 % sur dix ans est $\sum_{t=1}^{10} 1\,393 \times 1{,}025^{t-1}/1{,}05^{t} = 11\,929\,\$$ (pour une somme nominale de 15 602 $). L'écart entre 21 248 $ et 11 929 $ tient à ce que le renflouement sur dix ans ne reconstitue pas le déficit : il ne fait que ramener le fonds à la cotisation de seuil pour l'avenir, en laissant la génération suivante financer le reste, et l'acheteur qui actualise à 5 % des cotisations capitalisées à 2 % escompte aussi une partie du passif. Lecture de l'attestation : le solde du fonds et la recommandation de l'étude ne suffisent pas, il faut lire la cotisation réellement votée, le calendrier des travaux prévus sur dix ans et les hypothèses de l'étude ; un même déficit se traduit en un ajustement très différent selon que l'on suppose la capitalisation intégrale ou un renflouement étalé, et le rapport doit déclarer l'hypothèse retenue.

Solution de l'exercice 7.7 — Part indivise d'un triplex

Sans décote, la part d'un tiers vaut $1\,050\,000/3 = 350\,000\,\$$. Avec une décote de 8 %, l'équation (7.15) donne $350\,000 \times 0{,}92 = 322\,000\,\$$, soit 28 000 $ de moins ; avec 15 %, $350\,000 \times 0{,}85 = 297\,500\,\$$, soit 52 500 $ de moins.

La part dont le logement attribué est occupé par un locataire porte une contrainte supplémentaire : l'article 1958 interdit au propriétaire d'une part indivise de reprendre un logement, sauf s'il n'y a qu'un seul autre indivisaire et que celui-ci est son conjoint. Avec trois indivisaires, l'acheteur de la part ne peut donc pas reprendre le logement pour l'habiter, et le bail, protégé par le droit au maintien dans les lieux, se reconduit ; il n'acquiert qu'un flux de loyer encadré et l'espoir d'un départ volontaire, alors que l'acheteur d'une part dont le logement est libre acquiert immédiatement l'usage exclusif qui motive l'achat en indivision. La décote de la part louée doit donc excéder celle de la part libre, et d'autant plus que le loyer en vigueur est inférieur au marché (chapitre 34). Pour l'estimer, l'évaluateur compare des ventes de parts indivises dont le logement était libre à des ventes de parts dont le logement était loué, dans le même marché et après ajustement des autres différences, selon la méthode des paires de la section 7.4 ; à défaut, il peut approcher la décote par la valeur actualisée de l'écart entre le loyer de marché et le loyer contractuel sur la durée probable d'occupation, mais il déclare alors

qu'il s'agit d'un modèle et non d'une mesure de marché.

Chapitre 8 — Zonage et urbanisme

Solution de l'exercice 8.1 — Lecture d'une grille

Le lot de 540 m² excède le minimum de 450 m² : il est conforme. Par l'équation (8.1), la densité admet $\lfloor 540/150 \rfloor = 3$ logements, ce qui est inférieur au plafond de quatre de la grille : $N_{\max} = \min\{4, 3\} = 3$. Par l'équation (8.2), l'aire de plancher maximale est $0{,}60 \times 540 = 324\ \text{m}^2$, soit trois logements de 108 m² au plus, sous réserve des marges et de la hauteur, qui peuvent réduire l'enveloppe constructible en deçà de ce que le COS permet.
Avec 430 m², le lot est inférieur au minimum de 450 m² : il est dérogatoire au règlement de lotissement, et il n'est constructible que s'il bénéficie de droits acquis (lot existant avant la règle) ou d'une dérogation mineure, qui est possible ici parce que la superficie du lot n'est ni l'usage ni la densité (section 8.3). S'il est constructible, la densité admet $\lfloor 430/150 \rfloor = 2$ logements et une aire de plancher de $0{,}60 \times 430 = 258\ \text{m}^2$. La fonction `densite_admissible` du script du chapitre reproduit ces deux cas.

Solution de l'exercice 8.2 — Contribution pour fins de parcs

Par l'équation (8.3), le plafond est de $0{,}10 \times 3100 = 310\ \text{m}^2$ en terrain ou de $0{,}10 \times 1\,250\,000\ \$ = 125\,000\ \$$ en argent (art. 117.4 al. 1 LAU). La combinaison proposée cède 155 m², soit la moitié du plafond en superficie, et 62 500 $, soit la moitié du plafond en valeur ; la valeur totale de la contribution, en supposant la valeur du terrain cédé proportionnelle à sa superficie ($155/3100 \times 1\,250\,000\ \$ = 62\,500\ \$$), est de 125 000 $, soit exactement 10 % de la valeur du site : la combinaison respecte le plafond. Si le terrain cédé avait une valeur unitaire supérieure à la moyenne du site (par exemple la partie en façade), la combinaison dépasserait le plafond, d'où l'importance de l'évaluation du site et de la partie cédée.
La loi permet de dépasser 10 % lorsque le terrain est situé dans un secteur central et que la municipalité veut y aménager un espace vert (art. 117.4 al. 3 LAU). En zone agricole, seule la partie du site non affectée à l'agriculture entre dans l'assiette (al. 6).

Solution de l'exercice 8.3 — Valeur d'un triplex dérogatoire

Revenu net du triplex : $3 \times 12 \times 1\,250\ \$ \times (1 - 0{,}38) = 45\,000\ \$ \times 0{,}62 = 27\,900\ \$$. Revenu net de la maison conforme : $12 \times 2\,600\ \$ \times 0{,}70 = 21\,840\ \$$. Surplus dérogatoire : $\Delta RNE = 6\,060\ \$$ par année.
Par l'équation (8.4), avec $R = 0{,}06$: $V_\Delta = 6060/0{,}06 = 101\,000\ \$$ pour $\lambda = 0$, et $V_\Delta = 6060/(0{,}06 + 0{,}03) = 67\,333\ \$$ pour $\lambda = 3$ % : le tiers du surplus disparaît avec un risque annuel de trois pour cent. Sur un horizon de 20 ans, l'équation (8.5) donne

$V_\Delta(20) = 6060 \times (1 - e^{-0{,}09\times 20})/0{,}09 = 6060 \times 0{,}8347/0{,}09 = 56\,203\,\$$.
Un taux de capitalisation extrait de ventes de plex dérogatoires est le rapport entre leur revenu net, qui inclut le surplus, et leur prix, qui reflète déjà la fragilité de ce surplus telle que les acheteurs l'apprécient. Ce taux est donc une mesure de $R + \lambda$ moyen du marché, et non de R ; lui ajouter un λ reviendrait à compter le risque d'extinction deux fois. La décomposition $R + \lambda$ n'a de sens que si R est extrait de ventes d'immeubles conformes de même nature, ou si l'évaluateur apprécie un risque propre au sujet (vacance prolongée, bâtiment en mauvais état) que le marché des plex dérogatoires ne reflète pas en moyenne.

Solution de l'exercice 8.4 — Doubles différences

Par l'équation (8.11) : $\hat{\delta}_{2\times 2} = (12{,}83 - 12{,}72) - (12{,}76 - 12{,}70) = 0{,}11 - 0{,}06 = 0{,}05$, soit $100\,[e^{0{,}05} - 1] = 5{,}13$ %. Les prix de l'îlot ont augmenté de 11 points de logarithme, ceux des témoins de 6 ; la différence est attribuée au rezonage.
L'estimateur suppose que, sans le rezonage, les prix de l'îlot auraient suivi la même évolution que ceux des témoins (tendances parallèles) et que les ventes antérieures au rezonage n'en anticipaient pas déjà l'effet. Il est biaisé si la composition des ventes diffère entre les quatre groupes : si les maisons de l'îlot vendues après le rezonage sont plus grandes, plus récentes ou vendues plus tard dans la période que celles vendues avant, l'écart de 0,11 contient leur effet ; symétriquement pour les témoins. Avec de petits échantillons, ces différences de composition sont la règle plutôt que l'exception, comme le montre l'exemple du chapitre où l'estimateur 2×2 (11,19 %) s'écarte nettement de la vérité du générateur (6,15 %).
La régression de l'équation (8.12) ajoute aux indicatrices de groupe, de période et d'interaction les caractéristiques des maisons (superficies, âge) et une tendance temporelle continue : le coefficient δ de l'interaction mesure alors l'écart entre traités et témoins après le rezonage à caractéristiques et à date données, ce qui neutralise la composition. Elle fournit en outre une erreur-type, que l'estimateur 2×2 ne donne pas directement.

Solution de l'exercice 8.5 — Lot en zone agricole

Valeur agricole : $8 \times 14\,000\,\$ = 112\,000\,\$$. Si l'autorisation est accordée, le lot vaut l'emplacement résidentiel plus le résidu agricole : $110\,000\,\$ + 7{,}5 \times 14\,000\,\$ = 215\,000\,\$$. Par l'équation (8.6), avec $p = 0{,}25$, $T = 2$, $r = 0{,}06$ et $c = 6\,000\,\$$:

$$V = 0{,}25 \times 215000 \times 1{,}06^{-2} + 0{,}75 \times 112000 - 6000 = 47837 + 84000 - 6000 = 125\,837\,\$.$$

Avec $p = 0{,}50$: $V = 0{,}50\times 215000\times 1{,}06^{-2} + 0{,}50\times 112000 - 6000 = 95675 + 56000 - 6000 = 145\,675\,\$$. La valeur attendue excède la valeur agricole de 12 % dans le premier cas et de 30 % dans le second ; elle reste loin des 215 000 $ de l'autorisation acquise, parce que la probabilité et le délai en absorbent la plus grande part.
Pour fixer p, l'évaluateur examine les critères de l'article 62 al. 2 LPTAA : le potentiel agricole du lot et des lots voisins (classes de sols, drainage), les possibilités d'utilisation

agricole du lot, les conséquences de l'autorisation sur les activités agricoles existantes et leur développement (distances séparatrices, odeurs), les contraintes réglementaires, la disponibilité d'autres emplacements de nature à éliminer ou réduire les contraintes sur l'agriculture hors de la zone agricole (art. 61.1), et l'homogénéité de la communauté et de l'exploitation agricoles. Les décisions antérieures de la Commission pour des demandes semblables dans la même municipalité sont le meilleur indicateur empirique, et la recommandation de la municipalité (art. 58.2) pèse sur l'issue.

Solution de l'exercice 8.6 — Option de redéveloppement et charge d'inclusion

(a) Valeur brute de développement : $3 \times 95 \times 5600 = 1\,596\,000\,\$$. Coûts directs : $285 \times 2950 = 840\,750\,\$$; coûts indirects : $0{,}12 \times 840750 = 100\,890\,\$$; démolition $28\,000\,\$$; marge : $0{,}15 \times 1596000 = 239\,400\,\$$; financement : $0{,}03 \times 1596000 = 47\,880\,\$$. Reste avant contribution : $1596000 - 840750 - 100890 - 28000 - 239400 - 47880 = 339\,080\,\$$. Par l'équation (8.8), $V_L = 339080/1{,}10 = 308\,255\,\$$ et la contribution pour fins de parcs est de $30\,825\,\$$. La valeur en usage étant de $350\,000\,\$$, la prime d'option $\max\{0, 308255 - 350000\}$ est nulle : la plus haute et meilleure utilisation reste l'usage actuel, et le rezonage ne crée pas de valeur pour cette maison.
(b) Avec $I = 45\,000\,\$$: $V_L = (339080 - 45000)/1{,}10 = 267\,345\,\$$. La baisse est de $308\,255\,\$ - 267\,345\,\$ = 40\,909\,\$ = 45000/1{,}10$: la charge d'inclusion se transmet entièrement au terrain, diminuée du dixième que la contribution pour fins de parcs, assise sur une valeur de site plus faible, rend au promoteur.
(c) La prime devient positive dès que $V_{\text{act}} < V_L = 308\,255\,\$$ (sans inclusion). Pour une valeur en usage de $280\,000\,\$$, la prime est de $308255 - 280000 = 28\,255\,\$$, soit 10,1 % de la valeur en usage. La prime n'existe donc que pour les maisons dont la valeur est faible par rapport au terrain, les plus anciennes ou les plus petites, ce qui est la prédiction de l'équation (8.7) et ce que l'exemple du chapitre observe dans les paires.
(d) Avec la fonction `valeur_residuelle_redeveloppement`, un prix des unités neuves de $5\,040\,\$/\text{m}^2$ (-10 %) donne $V_L = 189\,280\,\$$ et un prix de $6\,160\,\$/\text{m}^2$ ($+10$ %) donne $V_L = 427\,229\,\$$: une variation de ± 10 % du prix de vente fait varier la valeur résiduelle de -39 % à $+39$ %. Ce levier est la propriété fondamentale de la méthode résiduelle : le terrain est le résidu d'une soustraction entre deux grands nombres, et une petite erreur sur l'un ou l'autre se répercute amplifiée sur lui. C'est pourquoi la valeur résiduelle ne peut être retenue comme indication de valeur qu'avec une analyse de sensibilité et, si possible, une confrontation avec des ventes de terrains comparables (chapitre 25 et chapitre 41).

Solution de l'exercice 8.7 — Dérivation et sensibilité du surplus dérogatoire

(a) La protection subsiste à l'instant t avec probabilité $e^{-\lambda t}$; le flux espéré est $\Delta RNE\, e^{-\lambda t}$

et sa valeur actualisée au taux continu R est $\Delta RNE\, e^{-(R+\lambda)t}$. En intégrant de 0 à T :

$$V_\Delta(T) = \Delta RNE \int_0^T e^{-(R+\lambda)t}\,\mathrm{d}t = \Delta RNE \left[\frac{-e^{-(R+\lambda)t}}{R+\lambda}\right]_0^T = \Delta RNE\,\frac{1-e^{-(R+\lambda)T}}{R+\lambda},$$

qui est l'équation (8.5). Comme $e^{-(R+\lambda)T} \to 0$ quand $T \to \infty$ (pour $R+\lambda > 0$), la limite est $\Delta RNE/(R+\lambda)$, l'équation (8.4).
(b) En dérivant $V_\Delta = \Delta RNE\,(R+\lambda)^{-1}$ par rapport à λ : $\partial V_\Delta/\partial\lambda = -\Delta RNE\,(R+\lambda)^{-2} = -V_\Delta/(R+\lambda)$. La perte de valeur par point de risque supplémentaire est proportionnelle à la valeur restante et inversement proportionnelle au dénominateur : plus le surplus est déjà risqué (ou le taux élevé), moins un risque additionnel lui coûte. La sensibilité est donc décroissante, ce qui fait des premiers points de λ les plus importants à apprécier.
(c) Avec $\Delta RNE = 3\,300\,\$$, $R = 0{,}055$ et $\lambda = 0{,}02$: $V_\Delta = 3300/0{,}075 = 44\,000\,\$$. Une hausse de 20 points de base porte le dénominateur à 0,077 et $V_\Delta = 3300/0{,}077 = 42\,857\,\$$, soit une baisse de $1\,143\,\$$ (2,6 %). L'approximation linéaire $-V_\Delta/(R+\lambda) \times 0{,}002 = -44000/0{,}075 \times 0{,}002 = -1\,173\,\$$ en est proche ; l'écart tient à la convexité.
(d) La disposition de l'article 118 par. 6° LAU rend la protection conditionnelle à la survie du bâtiment : un sinistre qui détruit le bâtiment ou lui fait perdre au moins la moitié de sa valeur éteint la dérogation à la reconstruction. Le taux de risque λ est la somme des intensités de tous les événements extinctifs indépendants, et celle des sinistres majeurs s'y ajoute à celles de l'abandon prolongé et de l'extension non permise ; elle dépend de l'âge, de la construction et de la protection incendie du bâtiment, et de la présence ou non de cette disposition dans le règlement municipal (la loi la permet, elle ne l'impose pas). Si le taux de capitalisation a été extrait de ventes d'immeubles dérogatoires soumis au même règlement, les acheteurs de ces immeubles ont déjà tarifé ce risque dans les prix, et le taux extrait est déjà un $R+\lambda$: l'ajouter de nouveau le compterait deux fois. On n'ajoute un λ propre au sujet que pour la part du risque qui excède celle des comparables, par exemple un bâtiment en bien plus mauvais état ou une vacance en cours.

Chapitre 9 — Évaluation foncière municipale et contestation

Solution de l'exercice 9.1 — Facteur comparatif et évaluation uniformisée

Le facteur comparatif est l'inverse de la proportion médiane (équation (9.2)) : $F = 1/0{,}92 = 1{,}0870$. L'évaluation uniformisée de la maison est $V^u = 1{,}0870 \times 468\,000\,\$ = 508\,695{,}65\,\$$. La taxe scolaire porte sur la tranche excédant 25 000 $: $(508\,695{,}65 - 25\,000) \times 0{,}07899/100 = 382{,}07\,\$$.
Deux maisons de même valeur réelle dans deux municipalités ont la même évaluation uniformisée, quelle que soit la proportion médiane de chaque rôle : si la première est inscrite à 92 % de sa valeur réelle et la seconde à 100 %, la première est multipliée par 1/0,92 et la seconde par 1, et les deux produits sont égaux à la valeur réelle. C'est précisément la fonction de l'uniformisation de l'art. 264 : rendre comparables des rôles dont les niveaux diffèrent, pour une taxe dont le taux est unique au Québec (LIP, art. 303

et suivants). L'uniformisation ne corrige toutefois que le *niveau* ; une maison surévaluée par rapport à ses voisines dans son propre rôle reste surévaluée après multiplication par le facteur.

Solution de l'exercice 9.2 — Compte de taxes à Gatineau

Maison raccordée. Taux ad valorem municipaux : $5{,}232 + 1{,}417 + 0{,}830 + 0{,}036 = 7{,}515$ $ par 1 000 $, d'où une taxe municipale de $468\,000 \times 7{,}515/1\,000 = 3\,517{,}02$ $. Évaluation uniformisée : $468\,000 \times 1{,}02 = 477\,360$ $; taxe scolaire : $(477\,360 - 25\,000) \times 0{,}0007899 = 357{,}32$ $. Compensation pour les matières résiduelles : 178,83 $. Total : $3\,517{,}02\,\$ + 357{,}32\,\$ + 178{,}83\,\$ = 4\,053{,}17\,\$$.
Maison non raccordée. Les crédits de $0{,}386 + 0{,}523 = 0{,}909$ $ par 1 000 $ ramènent le taux municipal à 6,606 $ et la taxe municipale à 3 091,61 $; la taxe scolaire et la compensation sont inchangées, et le total est de 3 627,76 $, soit 425,41 $ de moins.
Part indépendante de la valeur. Seule la compensation de 178,83 $ est fixe, soit 4,4 % du compte de la maison raccordée ; tout le reste varie avec la valeur inscrite, au taux marginal de $7{,}515 + 1{,}02 \times 0{,}7899 = 8{,}321$ $ par 1 000 $. Une réduction de 10 000 $ de la valeur inscrite vaudrait donc 83,21 $ par exercice. Noter que l'exercice retient le facteur réel de 1,02 publié par la Ville pour 2026, alors que l'exemple du chapitre applique au rôle fictif son propre facteur de 1,0818 ; c'est pourquoi la taxe scolaire diffère (357,32 $ contre 380,16 $).

Solution de l'exercice 9.3 — Une petite étude de ratios

Les ratios (équation (9.1)) sont : $412/450 = 0{,}9156$; $455/480 = 0{,}9479$; $398/445 = 0{,}8944$; $520/560 = 0{,}9286$; $610/690 = 0{,}8841$; $470/500 = 0{,}9400$; $388/400 = 0{,}9700$; $545/600 = 0{,}9083$. Classés : 0,8841 ; 0,8944 ; 0,9083 ; 0,9156 ; 0,9286 ; 0,9400 ; 0,9479 ; 0,9700. La médiane est la moyenne des 4^{e} et 5^{e} valeurs, $(0{,}9156 + 0{,}9286)/2 = 0{,}9221$; la moyenne simple est 0,9236 ; le ratio pondéré est $\sum V / \sum P = 3\,798\,000/4\,125\,000 = 0{,}9207$.
COD (équation (9.7)) : les écarts absolus à la médiane valent 0,0065 ; 0,0258 ; 0,0277 ; 0,0065 ; 0,0380 ; 0,0179 ; 0,0479 ; 0,0138, de moyenne 0,0230, d'où $\text{COD} = 100 \times 0{,}0230/0{,}9221 = 2{,}50$. *PRD* (équation (9.8)) : $0{,}9236/0{,}9207 = 1{,}0031$. *Écart type relatif* (équation (9.6)) : la somme des carrés des écarts à la médiane divisée par $n-1 = 7$ donne une variance de 0,000822, un écart-type de 0,0287 et un ETR de $0{,}0287/0{,}9221 = 3{,}11$ %.
Épuration (équation (9.5)) : l'intervalle est $[0{,}9221 - 2 \times 0{,}0287\ ;\ 0{,}9221 + 2 \times 0{,}0287] = [0{,}8647\ ;\ 0{,}9794]$; le plus petit ratio, 0,8841, et le plus grand, 0,9700, y sont contenus : aucune vente n'est retirée et la proportion médiane est 0,9221, soit 92,2 %.
Conformité. Le niveau de 0,922 est dans la plage de 0,90 à 1,10 de l'IAAO, mais il est inférieur au plancher de 95 % qu'exige l'art. 13 du r. 13 pour un rôle équilibré : l'évaluateur devrait relever les valeurs d'environ 8 % avant le dépôt. Le COD de 2,50 est *inférieur* à 5, ce qui, pour l'IAAO, est un signal d'alerte de *sales chasing* plutôt qu'une qualité ; avec huit ventes toutefois, aucune conclusion statistique n'est solide. L'ETR de 3,11

% respecte largement le plafond de 14 % applicable à un indice de concentration de 85 %, mais la norme ne s'applique formellement qu'à partir de 30 ventes. Le PRD de 1,0031 est dans la plage de 0,98 à 1,03. Pour conclure sur l'équité verticale, il faudrait un échantillon beaucoup plus grand, couvrant toute l'étendue des valeurs, et l'examen des ratios par tranche de valeur en plus du PRD et du PRB ; sur huit ventes, le PRB vaut −0,071 avec une erreur-type de 0,043, et son intervalle de confiance à 95 % couvre zéro.

Solution de l'exercice 9.4 — Droits de mutation et facteur comparatif

Pour une base de 575 000 $ (équation (9.11)) :
Barème général : $0{,}005 \times 62\,900 + 0{,}01 \times (315\,000 - 62\,900) + 0{,}015 \times (575\,000 - 315\,000) = 314{,}50 + 2\,521{,}00 + 3\,900{,}00 = 6\,735{,}50$ $.
Montréal : les deux premières tranches sont identiques (2 835,50 $), puis $0{,}015 \times (552\,300 - 315\,000) = 3\,559{,}50$ et $0{,}02 \times (575\,000 - 552\,300) = 454{,}00$, soit 6 849,00 $.
Gatineau : $2\,835{,}50 + 0{,}015 \times (500\,000 - 315\,000) + 0{,}03 \times (575\,000 - 500\,000) = 2\,835{,}50 + 2\,775{,}00 + 2\,250{,}00 = 7\,860{,}50$ $.
Base réelle à Gatineau. La valeur uniformisée est $620\,000 \times 1{,}02 = 632\,400$ $, supérieure au prix ; la base d'imposition est donc 632 400 $ (LDMI, art. 1.1 et 2 al. 2) et le droit vaut $2\,835{,}50 + 2\,775{,}00 + 0{,}03 \times (632\,400 - 500\,000) = 2\,835{,}50 + 2\,775{,}00 + 3\,972{,}00 = 9\,582{,}50$ $, soit 1 722 $ de plus que sur le prix. L'acheteur qui a payé moins que l'évaluation uniformisée est taxé comme s'il avait payé cette dernière ; il a donc un intérêt direct, outre la taxe foncière annuelle, à faire réduire la valeur inscrite, et la vente elle-même, si elle est de gré à gré, en est la meilleure preuve. Inversement, la règle protège la municipalité contre les contreparties stipulées artificiellement basses.

Solution de l'exercice 9.5 — Taille de l'échantillon réglementaire

Par l'équation (9.4) : pour 1 000 unités, $1\,000/(15{,}5 + 1) = 60{,}6$, arrondi à 61 (supérieur au plancher de 30), soit 6,1 % des unités ; pour 10 000, $10\,000/25{,}5 = 392{,}2$, soit 393 (3,9 %) ; pour 103 355, $103\,355/118{,}855 = 869{,}6$, soit 870 (0,84 %) ; pour 514 614, $514\,614/530{,}114 = 970{,}8$, soit 971 (0,19 %). La fraction décroît parce que la précision d'une médiane dépend du nombre absolu d'observations : l'erreur-type d'une médiane est, pour une distribution donnée, proportionnelle à $1/\sqrt{n}$ et ne dépend pas de la taille de la population dont l'échantillon est tiré. La formule plafonne d'ailleurs la liste de base vers 1 000 ventes pour les très grandes municipalités ($N/(0{,}001N) = 1\,000$ lorsque N est très grand).
Si la municipalité de 1 000 unités ne compte que 24 ventes admissibles au cours du deuxième exercice précédent, la liste de base de 61 ventes est incomplète : l'art. 7 du r. 10 permet de la compléter par des ventes antérieures, sans remonter au-delà du quatrième exercice précédent, et, si la liste demeure incomplète, l'art. 19 al. 2 prévoit une pondération par catégories. Quant à la norme d'écart type relatif de l'art. 14 du r. 13, elle ne s'applique pas lorsque moins de 30 ventes d'au moins 5 000 $ sont disponibles sur les deuxième, troisième et quatrième exercices précédents ; avec 28 ventes au total, elle est écartée, et seule la norme de niveau (95 à 105 %) demeure.

Solution de l'exercice 9.6 — Échéancier d'une contestation du rôle 2027-2029 de Gatineau

- *Date de référence au marché* : 1er juillet 2025, soit le 1er juillet du deuxième exercice précédant 2027 (art. 46 al. 1).
- *Avis d'évaluation* : avant le 1er mars 2027 (art. 81 ; dans les 60 jours du dépôt pour une unité d'au moins 3 000 000 $).
- *Demande de révision* : avant le 1er mai 2027, donc au plus tard le 30 avril 2027 (art. 130), sur la formule prescrite et avec les frais (art. 129 et 135).
- *Réponse de l'évaluateur* : au plus tard le 1er septembre 2027 ; l'organisme peut, avant le 15 août, reporter au 1er novembre 2027 ou, avec le consentement de la municipalité, jusqu'au 1er avril 2028 (art. 138.3).
- *Entente et recours, réponse du 1er septembre 2027* : entente possible jusqu'au 1er octobre 2027 (30e jour, art. 138.4) ; recours au Tribunal avant le 31e jour qui suit l'expiration de ce délai, soit au plus tard le 31 octobre 2027 (art. 138.5).
- *Réponse du 15 juin 2027* : entente jusqu'au 15 juillet 2027 ; recours au plus tard le 14 août 2027. Le délai court de l'expédition de la réponse, non de l'échéance légale du 1er septembre : une réponse hâtive raccourcit d'autant le temps disponible.
- *Avis expédié le 20 mars 2027* : l'avis étant expédié après février, la demande peut être déposée dans les 60 jours de l'expédition (art. 131), soit jusqu'au 19 mai 2027, ce qui prolonge le délai général du 30 avril.
- *Démolition du garage le 10 mai 2027* : c'est un événement du par. 6° de l'art. 174 (destruction ou démolition) ; l'évaluateur modifie le rôle pour refléter la diminution de valeur, l'état étant apprécié immédiatement après l'événement mais aux conditions du marché du 1er juillet 2025 (art. 46 al. 2). La modification prend effet à la date de l'événement, le 10 mai 2027, qui n'est pas antérieure au premier jour de l'exercice précédent (art. 177 par. 5°). L'avis de modification expédié le 30 juillet 2027 (art. 180) ouvre le délai de l'art. 132 : la demande doit être déposée avant le 61e jour qui suit l'expédition, soit au plus tard le 28 septembre 2027, le 1er mai 2027 étant déjà passé.

Les dates du régime général sont celles calculées par la fonction `echeancier` du script du chapitre (tableau 9.6).

Solution de l'exercice 9.7 — Régressivité simulée et choix de la variable proxy

La simulation de la fonction `exercices` (clé `ex7`, graine 20261031) produit 400 ventes dont la valeur inscrite est proportionnelle à la valeur réelle élevée à la puissance 0,9 : médiane des ratios 0,934, COD 8,26, PRD 1,0159 et PRB −0,068 avec une erreur-type de 0,010. Le PRD excède 1 conformément à la proposition 9.1, puisque le ratio $r = c\,P^{\gamma-1}$ décroît avec la valeur lorsque $\gamma = 0{,}9 < 1$; il reste toutefois dans la plage de 0,98 à 1,03 de l'IAAO, parce que la dispersion des valeurs simulées (écart-type de 0,35 en logarithme) est modérée et que le PRD dépend de la covariance entre prix et ratio. Le PRB, lui, sort de la plage de ±0,05 et son intervalle de confiance exclut largement zéro : il détecte une régressivité que le PRD, dans cet échantillon, laisse passer. Son interprétation est directe : le ratio baisse de 6,8 % chaque fois que la valeur double, ce qui correspond à l'élasticité théorique $\gamma - 1 = -0{,}10$ par doublement, soit $2^{-0{,}1} - 1 = -6{,}7$ %.

Sur le rôle fictif du cas 1, le PRB calculé avec la valeur proxy de l'IAAO vaut 0,064 (erreur-type 0,010) et celui calculé avec le seul prix rajusté vaut 0,020 (erreur-type 0,011). Les deux variantes divergent parce que, dans ce jeu, l'erreur du rôle est la seule source de dispersion des ratios rajustés : une unité dont la valeur inscrite a été tirée au-dessus de la norme a un ratio élevé *et* une valeur proxy élevée, puisque la valeur inscrite entre pour moitié dans la proxy ; la corrélation ainsi créée est mécanique et n'a rien à voir avec une iniquité verticale. La proxy de l'IAAO est conçue pour atténuer le biais symétrique qui apparaîtrait si l'on régressait sur le seul prix lorsque celui-ci est mesuré avec erreur ; elle est préférable quand les erreurs de prix et de rôle sont d'ampleur comparable, mais elle surestime la progressivité quand l'erreur du rôle domine, et c'est le cas ici par construction. Devant le Tribunal, l'expert présenterait les deux variantes avec leurs erreurs-types, accompagnées des médianes par tranche de valeur (tableau 9.7), qui sont stables de 0,919 à 0,933 et tranchent en faveur de l'équité verticale ; il s'abstiendrait de fonder une conclusion sur une statistique dont le mécanisme n'est pas expliqué.

Chapitre 10 — Normes OEAQ, éthique et rapports

Solution de l'exercice 10.1 — Règles coercitives, directives et titres

(a) Inexact. La règle 2.3 des NPP est une règle coercitive : tous les rapports écrits, « de quelque forme qu'ils soient », doivent inclure les douze éléments, dont la définition de la valeur (élément 4). Le consentement du client ne permet d'écarter qu'une directive, jamais une règle coercitive (Intro-1). Le rapport abrégé *résume* l'élément, il ne l'omet pas. (b) Exact. L'introduction des NPP (Intro-1) prévoit que les directives peuvent être écartées avec l'accord préalable du client ; l'élément 11 de la règle 2.3 exige alors que l'écart soit exposé au rapport. (c) Inexact. La profession est à titre réservé (art. 36 j) du Code des professions) : seuls les titres « évaluateur agréé », « estimateur agréé », « E.A. » et « C.App. » sont réservés. Le champ d'exercice de l'article 37 j) décrit l'acte professionnel sans en interdire l'exercice à autrui ; c'est le faisceau d'obligations (déontologie, normes, inspection, assurance) qui distingue l'opinion de l'évaluateur agréé. (d) Exact. La règle 2.4 impose l'inspection « à moins de circonstances exceptionnelles lesquelles seront expliquées au rapport », et chaque signataire précise s'il a inspecté personnellement. (e) Inexact. Les normes 3 et 4 portent sur l'*examen d'un rapport* d'évaluation (révision par un tiers). L'inspection professionnelle relève du Règlement sur le comité d'inspection professionnelle (C-26, r. 124), et l'inspection de l'immeuble de la règle 2.4.

Solution de l'exercice 10.2 — Formation continue et conservation des dossiers

(a) *Évaluatrice* : heures disponibles $= 26 + \min\{5, 5\} = 31 \geq 30$; le volume total est conforme. Les heures d'éthique, de déontologie et de normes sont de 2, inférieures au minimum de 3 heures de l'article 2 du règlement (C-26, r. 127.1) ; le report ne s'applique pas à ce minimum, qui doit être satisfait dans chaque période : déficit de 1 heure, période *non conforme* tant que l'heure manquante n'est pas accomplie. Report transmis à 2028-

2029 selon l'équation (10.1) : $\min\{5, \max\{0, 31-30\}\} = 1$ heure. *Confrère* : $33+0 = 33 \geq 30$ et $3 \geq 3$: conforme ; report $\min\{5, 33-30\} = 3$ heures. (Le script donne les mêmes résultats : `bilan_formation(26, 2, 5)` et `bilan_formation(33, 3, 0)`.) (b) Le Règlement sur la tenue des dossiers (C-26, r. 133, art. 6) exige une conservation « pendant au moins 5 ans » après le dernier service : le dossier clos le 15 novembre 2026 est conservé au moins jusqu'au 15 novembre 2031. C'est un minimum parce que l'action en responsabilité se prescrit par trois ans (art. 2925 C.c.Q.), mais que, lorsque le préjudice se manifeste graduellement ou tardivement, le délai ne court qu'à compter de sa première manifestation (art. 2926) : une erreur découverte lors d'une revente quatre ans après le rapport peut donner lieu à une action jusqu'à sept ans après celui-ci, au-delà des cinq ans réglementaires. Beaucoup de cabinets conservent les dossiers dix ans ou plus pour cette raison.

Solution de l'exercice 10.3 — Révision critique de l'extrait fictif A

Le contrôle lexical strict relève 2 éléments sur 12 (tableau 10.9) ; la lecture humaine confirme et nuance.

- **1. Identification** : insuffisant. Une adresse (fictive) sans désignation cadastrale ni description légale. Ajouter : « Lot [numéro fictif] du cadastre du Québec, circonscription foncière de Hull ; bâtiment résidentiel unifamilial isolé ; aucun bien meuble inclus. »
- **2. Droits évalués** : absent. Ajouter : « Les droits évalués sont la pleine propriété, libre de toute charge autre que les servitudes d'utilité publique indiquées au certificat de localisation du [date fictive]. »
- **3. But et fin** : présent (financement hypothécaire, prêteur destinataire), mais le but n'est pas nommé : préciser « estimer la valeur marchande ».
- **4. Définition de la valeur** : absent. Ajouter la définition de la valeur marchande des NPP (prix sincère le plus probable, marché libre et ouvert, parties informées, exposition suffisante, paiement comptant ou équivalent, épuré des incitatifs), en la citant comme telle.
- **5. Date d'évaluation** : absent. « Valable pour six mois » décrit une durée d'usage du rapport, non la date à laquelle l'opinion s'applique ; or la valeur est une espérance conditionnelle à une date (chapitre 16), et le marché peut bouger en six mois. Ajouter : « Date d'évaluation : 1er septembre 2026 ; date de l'inspection : [date fictive] ; date du rapport : [date fictive]. »
- **6. Étendue du travail** : absent. La « visite extérieure » n'est pas une inspection au sens de la règle 2.4 ; son caractère partiel est une circonstance exceptionnelle à expliquer. Ajouter : « L'immeuble a fait l'objet d'une inspection extérieure seulement, le [date], l'occupant ayant refusé l'accès ; la description intérieure repose sur la fiche de courtage et les photographies fournies ; les titres n'ont pas été vérifiés ; trois ventes ont été vérifiées au registre foncier et auprès des courtiers. »
- **7. Réserves et hypothèses** : absent. Ajouter les réserves (absence de vérification des titres, pas d'expertise en bâtiment) et l'hypothèse extraordinaire liée à l'absence d'inspection intérieure : « Il est posé comme hypothèse extraordinaire que l'intérieur

est dans un état conforme aux photographies ; si tel n'était pas le cas, la valeur pourrait être inférieure d'un montant à déterminer après inspection. » Cette hypothèse est rappelée dans la conclusion.
- **8. Raisonnement** : présent mais sommaire ; indiquer les comparables (adresses fictives, dates, prix), les ajustements et la pondération.
- **9. Usage le meilleur et le plus profitable** : absent. Ajouter : « L'usage résidentiel unifamilial actuel, conforme au zonage, est l'usage le meilleur et le plus profitable du site, vacant et tel qu'aménagé. »
- **10. Rejet d'une méthode** : absent. Ajouter : « La méthode du revenu n'a pas été appliquée, les unifamiliales du secteur n'étant pas acquises pour leur revenu ; la méthode du coût n'a pas été retenue comme indication principale compte tenu de l'âge du bâtiment, mais sert de vérification. »
- **11. Conformité** : absent. Ajouter : « Le présent rapport abrégé est conforme à la substance de la norme 1 des NPP ; aucun écart aux directives. »
- **12. Attestation** : absent. Une ligne de signature n'est pas l'attestation ; reproduire le modèle imposé (règle 2.3, élément 12), daté et signé, en précisant que l'inspection a été extérieure.

Solution de l'exercice 10.4 — Situations déontologiques

(a) Atteinte à l'indépendance (art. 17) : l'évaluateur ignore l'intervention, conclut selon son seul jugement et note la demande au dossier ; si la pression persiste, il décline le mandat. L'attestation déclare des analyses neutres et objectives ; « confirmer » une valeur imposée la rendrait fausse. (b) Double rôle et intérêt dans le résultat (art. 17 et 18) : la rémunération de courtage dépend de la vente, donc de la valeur ; la conduite prudente est de refuser le mandat d'évaluation ; à défaut, divulgation écrite du double rôle et de la rémunération, consentement du client, et mention qu'aucun acte de courtage ne constitue une opinion de valeur. (c) Conflit d'intérêts expressément visé par l'article 19 : l'évaluateur qui confectionne ou tient le rôle ne peut exécuter une expertise pour un tiers sur ce territoire sans divulgation écrite, consentement des clients et mention au rapport ; en pratique, le refus est la règle. (d) Honoraires conditionnels (art. 24.1) : interdits pour un rapport d'évaluation ; l'exception relative à la vérification de l'inscription au rôle ne vise qu'un service de consultation et ne s'applique jamais si l'évaluateur témoigne devant un tribunal ; l'évaluateur propose des honoraires forfaitaires ou horaires. (e) Avantage lié à l'exercice (art. 21) : refuser toute rétribution de référencement. (f) Secret professionnel (art. 51) : les états financiers reçus dans un mandat sont confidentiels ; ne pas les transmettre sans l'autorisation écrite du client, ou seulement sous forme agrégée et anonymisée qui ne permet pas d'identifier l'immeuble ni le client.

Solution de l'exercice 10.5 — Hypothèse extraordinaire et incidence sur la valeur

(a) Rédaction conforme (fictive) : « *Hypothèse extraordinaire.* Le présent rapport pose comme hypothèse extraordinaire que le permis de construction relatif à l'agrandisse-

ment arrière a été délivré par la Ville et que les travaux sont conformes à ce permis et au Code de construction. Cette hypothèse n'a pu être vérifiée à la date du rapport, la Ville n'ayant pas donné suite à notre demande de consultation du dossier de permis. Si elle se révélait fausse, la valeur marchande serait inférieure d'environ 37 000 $ (6,4 %), soit 575 000 $, en raison du coût de régularisation et du risque de démolition partielle. » Conclusion : « Sous l'hypothèse extraordinaire énoncée à la section [X], la valeur marchande de l'immeuble au 1er septembre 2026 est estimée à 612 000 $. » (b) $\Delta V_H = 612\,000 - 575\,000 = 37\,000$ $, soit $37\,000/575\,000 = 6{,}43$ % de la valeur sans permis (équation (10.4)). (c) $\mathrm{E}[V] = 0{,}6 \times 612\,000 + 0{,}4 \times 575\,000 = 597\,200$ $ (équation (10.5)). L'évaluateur ne conclut pas à cette valeur parce que la valeur marchande est une estimation conditionnelle à un état du bien, et non un pari sur cet état ; c'est l'acheteur qui connaît ou apprécie p et qui doit décider. L'évaluateur doit toutefois lui fournir ΔV_H pour rendre ce calcul possible. (d) Avec $p = 0{,}25$: $\mathrm{E}[V] = 575\,000 + 0{,}25 \times 37\,000 = 584\,250$ $. L'espérance est linéaire en p : chaque tranche de 10 points de probabilité vaut 3 700 $. Plus l'hypothèse est incertaine, plus la valeur conclue sous hypothèse s'éloigne de ce qu'un acheteur rationnel paierait, et plus l'indication de l'incidence est indispensable.

Solution de l'exercice 10.6 — Étendre et évaluer le contrôle automatique

(a) Le motif à ajouter au lexique strict de l'élément 10 doit couvrir « n'est pas applicable » ; par exemple `r"methode[^.]{0,80}n'est pas applicable"` (le texte étant normalisé sans accents). Sur les quatre extraits fournis, aucun ne contient cette formulation : les résultats du tableau 10.9 sont inchangés, ce qui est le comportement attendu (l'extension d'un lexique strict ne doit pas créer de fausses détections sur les textes existants). Le test `test_extrait_complet_et_lacunaires` doit rester vert après la modification. (b) Un extrait qui énonce « Hypothèse extraordinaire : nous présumons l'absence de contamination » sans incidence, qui déclare dans l'attestation n'avoir aucun intérêt dans l'immeuble alors que le texte indique que le signataire en est copropriétaire, et qui reproduit mécaniquement les douze formulations attendues, obtiendra 12 sur 12 au contrôle strict. L'enseignement est que le contrôle lexical mesure $\hat{\tau}$, la présence de formulations, et non τ au sens matériel ; il ne détecte ni la qualité du traitement, ni les contradictions internes, ni les violations déontologiques. Il est une condition nécessaire, jamais suffisante, et doit être suivi d'une relecture humaine. (c) Sous indépendance, la probabilité qu'une lacune échappe aux deux contrôles est $(1 - 0{,}95)(1 - 0{,}7) = 0{,}05 \times 0{,}3 = 0{,}015$, soit une détection de 98,5 %. L'hypothèse d'indépendance est plausible entre un contrôle lexical et un réviseur humain, dont les angles morts sont de nature différente, mais seulement pour les omissions grossières : pour une hypothèse sans incidence, la puissance du contrôle lexical est nulle et la détection repose entièrement sur le réviseur (70 %). La puissance $d_1 = 0{,}95$ ne s'applique donc qu'à une catégorie de lacunes, et la probabilité globale dépend de la composition des lacunes.

Solution de l'exercice 10.7 — Correspondance entre cadres normatifs

(a) *Extraordinary assumption* ↔ hypothèse extraordinaire des NPP (règle 1.2, élément 6 ; règle 2.1 c) ; règle 2.3, élément 7) : équivalence étroite, les deux exigeant la divulgation et, pour les NPP, l'incidence sur la valeur. *Hypothetical condition* : pas d'équivalent nommé dans les NPP ; elle est traitée comme une hypothèse extraordinaire dont la fausseté est connue à la date d'évaluation (évaluation « comme si ») ; la pratique prudente la désigne expressément. *Extraordinary limiting condition* ↔ réserve limitant la portée de l'acte (règle 2.3, élément 7) et, lorsqu'elle écarte une règle, écart aux directives (élément 11) ; mais une réserve ne peut jamais écarter une règle coercitive, ce qui est plus strict que la notion canadienne. *Exposure time* : les NPP n'exigent pas d'analyse distincte du délai d'exposition ; la notion est implicite dans la condition d'exposition suffisante de la définition de la valeur marchande (Intro-11) ; le CUSPAP (règle 8.2) en fait une analyse obligatoire. (b) L'examinateur vérifie en priorité les éléments 3 et 4 (but, fin, définition de la valeur, pour s'assurer que la base de valeur est celle du mandat québécois), 5 (date), 7 (hypothèses, avec leur incidence, que le CUSPAP n'exprime pas toujours en dollars), 2 (droits, la terminologie des tenures différant hors Québec) et 12 (attestation, dont le modèle des NPP est imposé). Il rend compte de son examen sous les normes 3 et 4 des NPP (examen d'un rapport et communication de l'examen), dans un rapport distinct qu'il signe et qui engage sa responsabilité (règle 2.5). (c) Le chapitre ne décrit pas le contenu de l'USPAP parce que sa vérification est partielle : le site de The Appraisal Foundation était inaccessible le 31 octobre 2026 et l'état de l'édition 2024 repose sur des sources secondaires ; la structure interne n'a pas été relue sur le document. Conformément aux conventions de l'ouvrage, une norme non vérifiée n'est pas décrite ; elle est signalée comme telle. Avant de la citer, un rédacteur doit ouvrir le document officiel, noter l'édition, la date d'effet et la disposition exacte, inscrire la source au registre avec sa date de consultation et ne citer que ce qu'il a lu.

Chapitre 11 — Inspection et pathologies du bâtiment

Solution de l'exercice 11.1 — Deux inspections, deux mandats

(a) *Évaluation seulement.* La norme de l'AIBQ exclut expressément « l'évaluation de la valeur marchande de la propriété » (art. 12.3) ; c'est l'objet même du mandat de l'évaluateur. (b) *Préachat.* L'art. 18 de la norme oblige l'inspecteur à sonder (« piquer ») les composantes structurales qui semblent détériorées, sauf risque de dommage ; l'évaluateur, qui n'intervient pas sur le bâtiment, se limite à l'observation et renvoie au spécialiste. (c) *Évaluation.* L'art. 12.1 exclut du mandat de l'inspecteur l'évaluation de la durée de vie résiduelle ; pour l'évaluateur, la vie restante d'une composante est au contraire un intrant de la dépréciation ventilée (équation (11.5)). (d) *Les deux.* L'art. 16 de la norme impose à l'inspecteur de prendre connaissance des déclarations du vendeur ; l'évaluateur les lit également, parce qu'elles datent les composantes et révèlent les sinistres (règle 2.3 des NPP : étendue du travail et traitement de l'information). (e) *Aucune.* La conformité aux codes est exclue par l'art. 12.10 de la norme et n'est pas un

objet de l'évaluation ; une maison conforme au code de son époque n'est pas déficiente parce que le code a changé. (f) *Les deux.* L'inspecteur doit recommander un examen techniquement exhaustif par un spécialiste lorsque des indices suffisants le justifient (art. 10) ; l'évaluateur recommande le test lorsque son coût est inférieur à la perte espérée (équation (11.2)) et formule l'hypothèse extraordinaire correspondante. (g) *Les deux.* L'art. 14.6.2 de la norme exige la mention des systèmes non inspectés et des raisons ; la règle 2.3 des NPP exige la description de l'étendue du travail et des réserves.

Solution de l'exercice 11.2 — Lire les signes

(a) *Pyrite dans le remblai sous la dalle* : les trois indices convergent (dalle de garage bombée où le remblai est le plus épais, fissures en étoile, période et secteur touchés, aucun certificat). Recommandation : analyse du remblai par un laboratoire selon un protocole reconnu, hypothèse extraordinaire en attendant. (b) *Ocre ferreuse* : dépôt gélatineux rougeâtre, odeur de soufre, sol sablonneux sont les signes décrits par la RBQ. Recommandation : inspection du drain par caméra, vérification de la présence de cheminées de nettoyage et de l'historique d'entretien. (c) *Isolant de vermiculite* pouvant contenir de l'amiante (maison de 1965, dans la période 1920-1990 de la vermiculite de Libby). Recommandation : ne pas déranger, analyse en laboratoire d'un échantillon prélevé par un professionnel, hypothèse extraordinaire. (d) *Mouvement de la fondation* (poussée latérale du sol ou du gel sur un mur de blocs) et non une simple fissure de retrait : fissure horizontale continue avec déversement. Recommandation : expertise structurale ; la note de la structure ne peut être tranchée sans elle. (e) *Mousse isolante d'urée-formaldéhyde* : maison de 1976, trous de remplissage bouchés dans les murs extérieurs, période d'installation antérieure à l'interdiction de décembre 1980. Recommandation : vérifier la déclaration du vendeur, prélever un échantillon pour analyse si des travaux sont projetés, mentionner la présence probable. (f) *Réservoir de mazout souterrain*, en service ou abandonné : les conduits de remplissage et d'évent sans réservoir visible en sont le signe. Recommandation : vérification de l'existence et de l'état du réservoir, expertise environnementale du sol au besoin (chapitre 43), hypothèse extraordinaire quant à l'absence de contamination.

Solution de l'exercice 11.3 — Âges effectifs

Avec $\lambda = 0{,}5$ et $\varphi(2) = 0{,}25$, $\varphi(4) = 0{,}75$ (tableau 11.4), l'équation (11.3) donne :
Toiture : $a_{\text{eff}} = 0{,}5 \times 12 + 0{,}5 \times 0{,}75 \times 20 = 6 + 7{,}5 = 13{,}5$ ans ; fraction consommée $13{,}5/20 = 0{,}675$; vie restante 6,5 ans. La note 4 vieillit la toiture de 1,5 an par rapport à son âge.
Chauffe-eau : $a_{\text{eff}} = 0{,}5 \times 9 + 0{,}5 \times 0{,}25 \times 12 = 4{,}5 + 1{,}5 = 6$ ans ; fraction 0,5 ; vie restante 6 ans. Le bon état rajeunit l'appareil de 3 ans.
Fenêtres : $a_{\text{eff}} = 0{,}5 \times 35 + 0{,}5 \times 0{,}25 \times 30 = 17{,}5 + 3{,}75 = 21{,}25$ ans, valeur inférieure à $L = 30$, donc non bornée ; fraction 0,708 ; vie restante 8,75 ans. C'est le cas qui justifie la convention : par l'âge chronologique seul, les fenêtres, à 35 ans pour une vie de 30,

seraient déclarées entièrement dépréciées (fraction bornée à 1), alors qu'elles sont en bon état ; la note 2 ramène leur âge effectif à 21,25 ans et leur laisse une vie restante. Inversement, si la note avait été 4, l'âge effectif aurait été $17{,}5 + 11{,}25 = 28{,}75$ ans, proche de la fin de vie.
Structure : $a_{\text{eff}} = 0{,}5 \times 45 + 0{,}5 \times 0{,}25 \times 60 = 22{,}5 + 7{,}5 = 30$ ans ; fraction 0,5 ; vie économique restante $60 - 30 = 30$ ans. Une structure de 45 ans en bon état est traitée comme une structure typique de 30 ans.

Solution de l'exercice 11.4 — Dépréciation ventilée

Méthode ventilée. Curable : $D_{\text{cur}} = 4\,500\,\$$. Courte durée (équation (11.5)), avec les âges effectifs de l'exercice 11.3 : toiture $12\,000\,\$ \times 13{,}5/20 = 8\,100\,\$$; chauffe-eau $1\,500\,\$ \times 6/12 = 750\,\$$; fenêtres $24\,000\,\$ \times 21{,}25/30 = 17\,000\,\$$; total $D_{\text{court}} = 25\,850\,\$$. Base de longue durée (équation (11.6)) : $300\,000\,\$ - 4\,500\,\$ - (12\,000\,\$ + 1\,500\,\$ + 24\,000\,\$) = 258\,000\,\$$; $D_{\text{long}} = 258\,000\,\$ \times 30/60 = 129\,000\,\$$. Dépréciation physique totale : $4\,500\,\$ + 25\,850\,\$ + 129\,000\,\$ = 159\,350\,\$$, soit 53,12 % du coût neuf ; contribution du bâtiment avant désuétudes : 140 650 $.
Âge-vie simple. $300\,000\,\$ \times 30/60 = 150\,000\,\$$, soit 50 %.
Écart. La méthode ventilée donne 9 350 $ de plus. Les composantes de courte durée (37 500 $ de coût neuf) sont dépréciées à $25\,850/37\,500 = 68{,}9$ % en moyenne, bien plus que les 50 % du ratio de la structure, et les travaux curables sont déduits intégralement ; l'âge-vie simple applique un ratio unique à l'ensemble et ignore donc l'usure plus rapide des finitions et des équipements. L'écart serait de signe opposé si les composantes de courte durée venaient d'être remplacées : la méthode ventilée est plus fidèle dans les deux cas.

Solution de l'exercice 11.5 — Recommander ou non un test

(a) Perte espérée sans test : $pC = 0{,}08 \times 20\,000\,\$ = 1\,600\,\$$. Valeur de l'information parfaite (équation (11.1), avec $p < 1/2$) nette du coût du test : $pC - t = 1\,600\,\$ - 900\,\$ = 700\,\$ > 0$. Seuil : $p^* = t/C = 900/20\,000 = 0{,}045$; comme $p = 0{,}08 > 0{,}045$, le test est recommandé.
(b) Radon : $p^* = 50/2\,500 = 0{,}02$. Il suffit donc que la probabilité de dépasser la ligne directrice excède 2 % pour que le dosimètre vaille son coût ; en l'absence de test antérieur, l'évaluateur ne dispose d'aucune information qui lui permettrait de juger cette probabilité inférieure à 2 %, de sorte que la recommandation est quasi systématique. Le seuil baisse encore si le coût de correction est plus élevé que 2 500 $. La recommandation se double de l'hypothèse extraordinaire selon laquelle la concentration respecte la ligne directrice, rappelée avec la conclusion.
(c) Le test de radon mesure directement la variable d'intérêt, la concentration moyenne dans l'aire occupée, sur une période longue ; son imperfection tient à la variabilité annuelle, que Santé Canada traite en exigeant au moins 91 jours en saison de chauffage. Le test de pyrite est un échantillonnage ponctuel d'un remblai hétérogène, dont le

résultat est un indice de potentiel de gonflement et non une mesure du dommage ; un résultat rassurant à un endroit n'exclut pas un remblai différent ailleurs sous la dalle, et un indice élevé ne signifie pas qu'un gonflement se produira. L'hypothèse du test parfaitement informatif est donc plus forte pour la pyrite ; avec un test imparfait, la valeur de l'information est plus faible que $pC - t$ et le seuil p^* plus élevé, ce qui va dans le sens d'une recommandation plus sélective.

Solution de l'exercice 11.6 — Le poids de l'observation

Les valeurs sont celles de la fonction `sensibilite` du script, structure notée 3.
$\lambda = 0{,}25$. Âge effectif de la structure : $0{,}75 \times 28 + 0{,}25 \times 30 = 28{,}5$ ans ; dépréciation physique totale 237 631 $ (59,77 % du coût neuf), dont 148 506 $ de courte durée et 78 646 $ de longue durée.
$\lambda = 0{,}75$. Âge effectif de la structure : $0{,}25 \times 28 + 0{,}75 \times 30 = 29{,}5$ ans ; dépréciation totale 202 500 $ (50,93 %), dont 110 615 $ de courte durée et 81 405 $ de longue durée.
L'écart de 35 131 $ entre les deux conventions provient presque entièrement des composantes de courte durée : la longue durée ne varie que de 2 759 $, en sens inverse, parce que l'âge effectif de la structure reste voisin de 29 ans. Les trois composantes dont la dépréciation varie le plus sont le revêtement extérieur (22 374 $ à 13 805 $, écart 8 569 $), les armoires et comptoirs (19 042 $ à 14 041 $, écart 5 001 $) et les fenêtres (18 407 $ à 13 573 $, écart 4 834 $) ; viennent ensuite l'électricité et la plomberie. Ce sont les composantes d'origine, coûteuses, dont la note (2 ou 3) est meilleure que ce que leur âge de 28 ans laisserait attendre : plus λ est élevé, plus l'inspection les rajeunit.
Paragraphe de rapport (modèle). « L'âge effectif de chaque composante a été établi selon la convention déclarée à l'annexe des conventions de calcul : moyenne, à poids égaux ($\lambda = 0{,}5$), de l'âge chronologique documenté par les factures et la déclaration du vendeur, et de l'âge indiqué par la note d'état constatée à l'inspection du 1er septembre 2026, chaque note étant associée à une fraction de vie utile consommée (1 : 5 % ; 2 : 25 % ; 3 : 50 % ; 4 : 75 % ; 5 : 100 %). Le poids égal traduit le fait que l'âge est un fait vérifié et la note un jugement, et qu'aucun des deux ne doit dominer. La sensibilité a été mesurée : un poids de 0,25 porterait la dépréciation physique à 59,8 % du coût neuf et un poids de 0,75 la ramènerait à 50,9 %, contre 55,6 % retenu ; cet intervalle est intégré à la fourchette de valeur conclue. Les notes sont appuyées par 64 photographies numérotées jointes au dossier. »

Solution de l'exercice 11.7 — Déclarations du vendeur et hypothèses extraordinaires

(a) *Vérifications et documents.* Toiture : facture de 2019, état des bardeaux et des solins, comble (isolant, pare-vapeur, ventilation, traces de l'infiltration passée). Infiltration de 2021 : localisation exacte, correction visible de la pente, traces d'efflorescence ou d'humidité au mur concerné, humidimètre au bas des murs et au plancher, existence d'un rapport ou d'une facture, réclamation d'assurance. Pyrite : maison de 1979 dans un secteur documenté, donc examen de la dalle du garage et du sous-sol (bombement,

fissures en étoile), recherche d'un certificat de remblai ou d'un test antérieur, et, en leur absence, recommandation d'analyse ; la mention « aucune connaissance » du vendeur n'est pas une preuve d'absence. MIUF : trous de remplissage dans les murs extérieurs, date de construction compatible (1979, avant l'interdiction de décembre 1980). Amiante : matériaux de 1979 (carreaux, plâtre, isolant de tuyaux), vermiculite au comble. Radon : demander le résultat écrit du test, sa date et sa durée ; « il y a longtemps, résultat correct » n'est pas utilisable. Mazout : réservoir intérieur de 2008, rouille, suintements, plaque signalétique, conduits laissant supposer un ancien réservoir extérieur ou souterrain ; facture d'entretien du brûleur. Documents : DV signée, factures, permis municipaux (toiture, correction de drainage), rapports d'inspection antérieurs, police d'assurance et réclamations, certificat de localisation, rôle.

(b) *Hypothèses extraordinaires* (au moins : remblai, radon, infiltration/drain, réservoir et sol). Deux formulations complètes :

Remblai. Indice : maison construite en 1979 dans un secteur où la pyrite est documentée ; aucun certificat de remblai ni test antérieur ; dalle du garage examinée sans bombement apparent le jour de la visite. Hypothèse : le remblai sous les dalles n'a pas de potentiel de gonflement significatif. Recommandation : prélèvement et analyse du remblai par un laboratoire selon un protocole reconnu avant toute décision fondée sur le présent rapport. Incidence : si l'hypothèse se révélait fausse, la valeur conclue devrait être réduite du coût de correction établi par soumission, net de la plus-value éventuelle, et le rapport révisé ; l'hypothèse est rappelée à chaque énoncé de la conclusion (NPP, règles 2.1 c) et 2.3).

Radon. Indice : aucun résultat écrit de test ; déclaration verbale non datée. Hypothèse : la concentration moyenne annuelle de radon dans les aires occupées du niveau le plus bas respecte la ligne directrice canadienne de 200 Bq/m³. Recommandation : mesure à long terme d'au moins 91 jours en saison de chauffage par dosimètre. Incidence : en cas de dépassement, la valeur devrait être réduite du coût d'un système d'atténuation, à établir par soumission ; l'incidence est modeste au regard de la valeur mais l'hypothèse doit être rappelée avec la conclusion.

(c) *Exclusion de garantie et comparabilité.* La vente « sans garantie légale, aux risques et périls de l'acheteur » (art. 1733 C.c.Q.) transfère à l'acheteur le risque des vices cachés que la garantie aurait couverts, sauf ceux que le vendeur connaissait ou ne pouvait ignorer. Un acheteur informé exige en contrepartie une décote, variable selon l'âge du bâtiment, les indices visibles et l'information disponible ; le prix observé est donc, toutes choses égales par ailleurs, inférieur à celui d'une vente avec garantie. Si cette vente devait servir de comparable pour un sujet vendu avec garantie, elle exigerait un ajustement de conditions de vente (chapitre 17), difficile à mesurer et à documenter ; le chapitre 16 recommande, lorsque l'ajustement de transaction dépasserait quelques points de pourcentage, de remplacer le comparable plutôt que de l'ajuster, et d'écarter d'emblée les ventes dont les conditions particulières ne peuvent être vérifiées. Si elle est tout de même retenue, le rapport en fait état, l'ajuste à partir de paires de ventes si le marché en fournit, et lui attribue un poids réduit dans la réconciliation (chapitre 20).

Chapitre 12 — Mesurage, superficies et plans

Solution de l'exercice 12.1 — Conversions et aires brutes

Aire et périmètre au sol. $28 \times 42 = 1\,176$ pi² ; en mètres carrés, $1\,176 \times 0{,}09290304 = 109{,}25$ m² (ou $1\,176/10{,}7639 = 109{,}25$). Le périmètre vaut $2(28 + 42) = 140$ pieds, soit $140 \times 0{,}3048 = 42{,}67$ m.
Aire des étages (MEFQ). Le bungalow n'a qu'un niveau dont le plancher n'est pas plus bas que 0,4 mètre sous le niveau moyen du sol : l'aire des étages est égale à l'aire au sol, 109,25 m². Le sous-sol, dont le plancher est à 1,5 mètre sous le sol, n'est pas un étage au sens du bloc *07 de la partie 2C du Manuel ; il entre dans l'aire au sol (projection de tous les étages et sous-sols, ici la même empreinte) mais non dans l'aire des étages. Un cottage de mêmes dimensions à deux étages aurait une aire des étages de $2 \times 109{,}25 = 218{,}5$ m² (2 352 pi²).
Variante. Si le plancher du sous-sol était à 0,3 mètre sous le sol, le niveau inférieur satisferait la règle des 0,4 mètre et compterait comme un étage : l'aire des étages du bungalow passerait à 218,5 m², ce qui illustre la sensibilité de la mesure du rôle à une règle de seuil et explique que des maisons « à paliers » (split-level) affichent au rôle un nombre d'étages différent de celui que perçoivent leurs occupants.

Solution de l'exercice 12.2 — Classer les espaces

(a) *Garage intégré* : compris dans l'aire des étages du MEFQ (le garage intégré fait partie de l'étage) ; exclu de la superficie habitable de l'ouvrage et de l'aire finie hors sol de l'ANSI Z765 (les garages ne peuvent être inclus). (b) *Sous-sol fini, plancher à 1,2 m sous le sol* : exclu de l'aire des étages du MEFQ (plancher à plus de 0,4 m sous le sol) ; exclu de la superficie habitable, mais sa partie finie est indiquée séparément ; pour l'ANSI, c'est une aire finie *sous le sol*, déclarée à part et jamais confondue avec l'aire hors sol. (c) *Véranda trois saisons non chauffée* : le Manuel range la verrière intégrée dans l'étage, de sorte qu'une véranda intégrée au corps du bâtiment est comprise dans la mesure brute ; elle est exclue de la superficie habitable (espace non utilisable toute l'année) et de l'aire finie de l'ANSI, qui exige un espace clos utilisable en toute saison. (d) *Chambre mansardée* : pour l'ANSI, la pièce est admissible puisque la moitié de sa surface atteint 2,13 m, mais la bande de 1,2 m de hauteur est inférieure au minimum de 1,52 m et doit être retranchée ; la convention de l'ouvrage retranche de même les espaces de hauteur insuffisante ; au MEFQ, la mesure est brute si le niveau est un étage, mais un comble aménagé peut relever de l'« attique » exclu de l'aire des étages, et c'est le Manuel qu'il faut consulter pour trancher la classification. (e) *Trémie d'escalier* : comprise dans la mesure brute du MEFQ ; exclue de la superficie habitable ; exclue de l'aire finie de l'ANSI, sauf la surface des marches et paliers qui descendent, dans la limite de l'ouverture. (f) *Mezzanine ouverte* : exclue de l'aire des étages du MEFQ par définition ; comprise dans la superficie habitable de l'ouvrage si elle est finie et de hauteur suffisante, puisqu'elle est un plancher hors sol ; comprise dans l'aire finie de l'ANSI si elle est reliée au reste de la maison et satisfait la hauteur minimale. Le classement montre que les trois conventions

ne divergent que sur quatre points, le sous-sol, le garage, la hauteur et les ouvertures, et que ce sont ces quatre points que la note de dossier doit documenter.

Solution de l'exercice 12.3 — De l'aire brute à la superficie habitable

Un niveau. Aire brute $A = 11{,}00 \times 9{,}00 = 99{,}0\ \text{m}^2$; périmètre $P = 2\,(11 + 9) = 40{,}0$ m. Par l'équation (12.2), $A_{\text{int}}/A = 1 - 0{,}30 \times 40/99 + 4 \times 0{,}09/99 = 1 - 0{,}12121 + 0{,}00364 = 0{,}88242$, d'où $A_{\text{int}} = 87{,}36\ \text{m}^2$. Calcul direct : $(11{,}00 - 0{,}60)(9{,}00 - 0{,}60) = 10{,}40 \times 8{,}40 = 87{,}36\ \text{m}^2$; les deux concordent.
Deux niveaux. Superficie habitable : $2 \times 87{,}36 - 3{,}2 = 171{,}52\ \text{m}^2$; aire des étages : $2 \times 99{,}0 = 198{,}0\ \text{m}^2$. Rapport aire des étages / habitable : $198{,}0/171{,}52 = 1{,}154$.
Comparaison. Le sujet du cas 1 a un rapport de 1,152 avec des murs de 0,28 m et une empreinte de 95,04 m². Le cottage de l'exercice a des murs plus épais (0,30 m), ce qui augmente l'écart, mais une empreinte un peu plus grande et plus compacte (11 × 9, proportion 1,22, contre 12 × 7,92, proportion 1,52), ce qui le réduit : le facteur de forme $\kappa = P/\sqrt{A}$ vaut $40/\sqrt{99} = 4{,}02$ contre $39{,}84/\sqrt{95{,}04} = 4{,}09$ pour le sujet. Les deux effets se compensent presque, et les rapports sont voisins. La trémie, un peu plus petite ici (3,2 m² contre 3,4 m²), joue à la marge.

Solution de l'exercice 12.4 — Propagation d'une erreur de mesure

Prix marginal (équation (12.5)) : $\partial V/\partial S = 0{,}55 \times 520\,000\,\$/140\ \text{m}^2 = 2\,042{,}86\,\$/\text{m}^2$, contre un prix moyen de $520\,000\,\$/140 = 3\,714{,}29\,\$/\text{m}^2$.
Écart-type induit (équation (12.6)) : $\sigma_S = 0{,}03 \times 140 = 4{,}2\ \text{m}^2$ et $\sigma_V \approx 2\,042{,}86 \times 4{,}2 = 8\,580\,\$$, soit $0{,}55 \times 3\,\% = 1{,}65\,\%$ de la valeur.
Effet exact (équation (12.7)) : $+3\,\%$ donne $520\,000\,\$ \times (1{,}03^{0{,}55} - 1) = +8\,523\,\$$ $(+1{,}639\,\%)$; $-3\,\%$ donne $520\,000\,\$ \times (0{,}97^{0{,}55} - 1) = -8\,639\,\$$ $(-1{,}661\,\%)$. L'asymétrie, une soixantaine de dollars de part et d'autre de l'approximation linéaire, vient du terme du second ordre $\frac{1}{2}\beta(\beta - 1)e^2 = -0{,}011\,\%$, négatif puisque $0 < \beta < 1$.
Calcul au prix moyen : $3\,714{,}29 \times 4{,}2 = 15\,600\,\$$, soit $1/0{,}55 = 1{,}82$ fois l'effet réel. Ce calcul suppose que la valeur est proportionnelle à la superficie, c'est-à-dire que chaque mètre carré manquant emporte sa part de terrain, de cuisine, de raccordements et d'équipements ; or ces composantes ne varient pas avec une erreur de relevé. C'est l'élasticité, non le prix moyen, qui traduit une erreur de mesure en erreur de valeur.

Solution de l'exercice 12.5 — Mélange de conventions dans une grille

Biais de l'indication. Par l'équation (12.9), $\hat{V}/V = (205/178)^{0{,}539} = 1{,}1517^{0{,}539} = 1{,}0791$: le sujet est surévalué de 7,91 % parce que sa superficie, exprimée en aire brute du rôle, est comparée à des superficies habitables.
Ajustement du comparable. Avec la superficie habitable du sujet (équation (12.10)) : $A = 560\,000\,\$ \times [(178/172)^{0{,}539} - 1] = 560\,000\,\$ \times 0{,}01866 = +10\,447\,\$$. Avec la superficie

erronée : $A' = 560\,000\,\$ \times [(205/172)^{0{,}539} - 1] = 560\,000\,\$ \times 0{,}09924 = +55\,572\,\$$. L'erreur sur ce comparable est de 45 125 $, soit 8,1 % de son prix, et elle se répète sur chaque comparable de la grille : l'indication finale est biaisée d'environ 7,9 %, conformément au premier calcul.

Note de dossier (exemple). « Les superficies de la grille sont des superficies habitables au sens de la convention de l'ouvrage : niveaux hors sol mesurés à la face intérieure des murs extérieurs, trémies, garage et sous-sol exclus. La superficie du sujet a été relevée sur place le [date] au télémètre laser (croquis au dossier) : 178 m², sous-sol fini de [x] m² indiqué séparément. L'aire des étages du rôle (205 m², mesure brute à la face externe des murs selon le MEFQ) n'a pas été retenue, le rapport brute/habitable de 1,15 étant cohérent avec l'épaisseur des murs. Les superficies des comparables proviennent des fiches de courtage, vérifiées auprès du rôle (rapport brute/habitable entre 1,12 et 1,18 pour les cinq ventes) ; aucune ne comprend le sous-sol. Les ajustements de superficie utilisent le prix marginal dérivé du modèle hédonique ($\beta = 0{,}539$) et non le prix moyen. »

Solution de l'exercice 12.6 — Atténuation et correction

Facteur d'atténuation. Par l'équation (12.12), $\lambda = 0{,}0609/(0{,}0609 + 0{,}08^2) = 0{,}0609/0{,}0673 = 0{,}905$. Le coefficient attendu est $0{,}905 \times 0{,}539 = 0{,}488$, soit une perte d'un dixième. La simulation du script (fonction `attenuation`, en ajoutant $\sigma_u = 0{,}08$ à la liste des écarts-types) donne un coefficient moyen voisin de 0,49 avec un écart-type d'échantillonnage d'environ 0,007, en accord avec la théorie ; le tableau 12.8 encadre ce résultat entre $\sigma_u = 0{,}05$ (0,518) et $\sigma_u = 0{,}10$ (0,465).

Première stratégie : une seconde mesure. Si un sous-échantillon de ventes est remesuré selon la convention de l'ouvrage, la variance de l'erreur σ_u^2 s'estime directement par la variance des écarts entre la superficie déclarée et la superficie remesurée (en logarithme), et le coefficient estimé se corrige en le divisant par $\hat{\lambda}$. L'hypothèse requise est que l'erreur soit classique : indépendante de la vraie superficie, des autres régresseurs et du prix. Elle est violée si les fiches arrondissent vers le haut les petites maisons ou si les grandes maisons comptent plus souvent le sous-sol ; l'erreur est alors corrélée à la taille et la correction par $\hat{\lambda}$ est insuffisante.

Deuxième stratégie : un instrument tiré du rôle. L'aire des étages du rôle est une seconde mesure de la taille, corrélée à la vraie superficie habitable et dont l'erreur est produite par un processus différent (mesure brute par l'évaluateur municipal). Utilisée comme instrument de la superficie déclarée dans une estimation par variables instrumentales, elle fournit un estimateur convergent de β pourvu que son erreur soit indépendante de celle des fiches et du terme d'erreur du modèle. L'hypothèse est plausible lorsque les deux mesures ont des sources distinctes ; elle ne l'est plus si les fiches recopient le rôle, ce que l'on vérifie en examinant la distribution du rapport des deux superficies.

Conséquences pour les ajustements. Un coefficient atténué de 0,488 au lieu de 0,539 sous-estime de 9,5 % tous les ajustements de superficie dérivés du modèle au chapitre 17 : pour le comparable G0404 (506 500 $, 160 m², sujet 165 m²), l'ajustement passerait de 8 472 $ à environ 7 670 $. L'erreur est modeste pour des comparables proches du sujet en taille, mais elle croît avec l'écart de superficie et devient systématique dans une

grille où tous les comparables sont plus petits ou plus grands que le sujet.

Chapitre 13 — Transactions, inscriptions, loyers et coûts

Solution de l'exercice 13.1 — Classer les sources et budgéter une collecte

Classement. (a) Prix médians de l'APCIQ : donnée d'industrie (ventes par courtier, système Centris) ; régime des conditions d'utilisation de l'association : attribution obligatoire (« Source : APCIQ par le système Centris »), usage commercial interdit sans consentement ; un rapport peut citer des valeurs ponctuelles avec la source et la période, non reproduire les tableaux. (b) Tableau 18-10-0289-01 : donnée officielle sous la Licence ouverte de Statistique Canada ; reproduction, transformation et redistribution libres avec la mention « Source : Statistique Canada, tableau 18-10-0289-01 » ; un rapport peut reproduire les séries. (c) Loyer moyen d'une zone de la SCHL : donnée officielle, mais diffusée sous les conditions d'utilisation de la SCHL (non ouvertes) ; citation avec attribution à des fins non commerciales et éducatives, pas de redistribution des fichiers ; citer la lettre de qualité avec la valeur. (d) Rôle en format ouvert : donnée officielle sous licence CC BY 4.0 ; réutilisation libre avec attribution au MAMH, interdiction de réidentifier les renseignements caviardés. (e) Barèmes 3E du Manuel : document public protégé par le droit d'auteur du gouvernement du Québec, sans licence ouverte ; on cite et on renvoie, on ne reproduit pas. (f) *Canadian Cost Guide* : donnée d'industrie sous licence d'abonnement ; valeurs ponctuelles citées avec édition et page, aucun tableau reproduit.
Budget. Consultation : $(25 + 25) \times 1\ \$ = 50\ \$$. États certifiés : $3 \times (16 + 16) = 96\ \$$. Total : 146 $. Le poste dominant n'est pas le tarif mais le temps de lecture et d'extraction des cinquante documents.

Solution de l'exercice 13.2 — Du prix d'acte au prix du comparable

Prix de l'immeuble : $\tilde{P} - M = 612\,000 - 12\,000 = 600\,000\ \$$ (équation (13.1), avec $F = \eta = 0$ faute d'indication contraire). Délai : du 2 juillet au 15 septembre 2026, 75 jours, soit $75/30{,}4375 = 2{,}464$ mois. Facteur de datation : $(1{,}06)^{2{,}464/12} = 1{,}0120$. Dater la vente à l'acte revient à appliquer un ajustement temporel vers la date d'évaluation plus faible du facteur 1,0120 : sur 600 000 $, l'écart est de $600\,000 \times 0{,}0120 = 7\,222\ \$$, soit 1,20 % du prix. Le biais est négatif (sous-estimation du prix ajusté) parce que le marché est haussier : le prix a été convenu 2,5 mois avant l'acte, à un niveau de marché plus bas, et c'est de ce niveau qu'il faut partir pour l'indexer. Il ne se compense pas entre comparables parce que, dans un même marché, tous les comparables datés à l'acte subissent un décalage de même signe (proposition 13.1) ; seul le délai varie d'une vente à l'autre, ce qui disperse le biais sans le centrer sur zéro.

Solution de l'exercice 13.3 — Signatures des ventes non représentatives

(a) Prix nominal (1 $, sous le seuil de 5 000 $ du Règlement sur la proportion médiane), même nom de famille et exonération du droit de mutation fondée sur le lien (art. 20 LDMI) : vente liée, à exclure ; rien à vérifier ailleurs, le journal des exclusions note le motif. (b) Vendeur institutionnel, absence de garantie de qualité (art. 1731 C.c.Q.) et préavis d'exercice à l'index : reprise de finance, à exclure des comparables ; à compter dans l'étude de marché comme indicateur de tension. (c) Vendeur « Succession », mais inscription de 52 jours chez un courtier et acheteur sans lien : exposition normale au marché, à conserver ; vérifier sur la fiche de courtage le prix demandé et l'absence de condition particulière. (d) Premier transfert d'un lot nouvellement créé par une société de construction, taxes incluses, promesse seize mois avant l'acte : vente de promoteur ; comparable seulement à d'autres ventes neuves, après isolement des taxes et des incitatifs et datation à la promesse ; inutilisable pour un sujet existant. (e) Vente d'une moitié indivise au copropriétaire : droits transmis différents, prix d'une fraction, vente nécessairement non exposée au marché ; à exclure. (f) Balance de prix de vente de 200 000 $ à 2 % sur cinq ans : financement avantageux (terme F de l'équation (13.1)) ; ajuster par la valeur actuelle de l'avantage de taux (chapitre 17) ou exclure si l'ajustement dépasse quelques points. (g) Parcelle de 4 800 $: sous le seuil de 5 000 $; à exclure des ventes d'immeubles bâtis, à conserver éventuellement dans une base de terrains si la nature du bien est documentée. (h) Vente ordinaire dont le ratio prix/rôle uniformisé est de 0,55 : rien ne la disqualifie a priori, mais le ratio est très éloigné de la médiane du secteur ; vérifier l'acte (meubles, part indivise, contrepartie non monétaire), la fiche (état, sinistre, vente « sans garantie légale ») et le rôle (erreur de caractéristiques, travaux non inscrits) avant de la conserver.

Solution de l'exercice 13.4 — Lire l'Enquête sur les logements locatifs

(a) Variation brute du loyer moyen des deux chambres (équation (13.7)) : Montréal $1\,346/1\,176 - 1 = 14{,}5\ \%$ (estimative 7,2 %) ; Québec $1\,277/1\,159 - 1 = 10{,}2\ \%$ (6,1) ; Gatineau $1\,460/1\,353 - 1 = 7{,}9\ \%$ (4,7) ; Sherbrooke $1\,062/1\,002 - 1 = 6{,}0\ \%$ (9,8) ; Trois-Rivières $1\,016/885 - 1 = 14{,}8\ \%$ (6,6) ; Saguenay $985/882 - 1 = 11{,}7\ \%$ (10,9). L'écart est positif partout sauf à Sherbrooke : l'effet de composition n'a pas de signe fixe.
(b) Vacants implicites (équation (13.8)) : Montréal $667\,266 \times 0{,}029 = 19\,351$; Québec $118\,693 \times 0{,}024 = 2\,849$; Gatineau $33\,553 \times 0{,}038 = 1\,275$; Sherbrooke $41\,949 \times 0{,}027 = 1\,133$; Trois-Rivières $22\,505 \times 0{,}027 = 608$; Saguenay $16\,241 \times 0{,}013 = 211$.
(c) Loyer de 1 300 $ indexé : par la variation brute, $1\,300 \times 1\,346/1\,176 = 1\,487{,}93$ $; par la variation estimative, $1\,300 \times 1{,}072 = 1\,393{,}60$ $. Écart : 94,33 $ par mois, soit 1 132 $ par année.
(d) La variation estimative mesure l'évolution du loyer des mêmes immeubles d'une année à l'autre : c'est elle qu'il faut appliquer pour indexer le loyer d'un logement donné ou un loyer de marché. La variation brute mesure l'évolution du loyer moyen du parc, composition comprise (livraisons de logements neufs plus chers, démolitions) : elle convient à l'analyse des revenus agrégés d'un marché, non à l'indexation d'un loyer.

La lettre « c » (bon) attachée au taux d'inoccupation de Gatineau signale une précision statistique moindre que le « a » de Montréal ou de Québec ; la valeur de 3,8 % doit être citée avec cette lettre et interprétée avec une marge plus large, ce qui compte d'autant plus qu'elle est proche du seuil de 3 % du moratoire sur les évictions.

Solution de l'exercice 13.5 — Lire un tableau de Statistique Canada par script

(a) Montréal, bâtiments résidentiels, agrégat des divisions : première période 2017T1, 39 observations. RMR de Québec : première période 2023T1, 15 observations. Composite des quinze RMR : 2017T1, 39 observations.
(b) Facteurs du T1 2023 au T3 2026 (quatorze trimestres, soit 3,5 ans) : Montréal $117{,}8/99{,}9 = 1{,}1792$, taux annuel composé $1{,}1792^{1/3{,}5} - 1 = 4{,}82\,\%$; Québec $124{,}8/98{,}8 = 1{,}2632$, soit 6,90 % par année ; composite $111{,}4/97{,}8 = 1{,}1391$, soit 3,79 % par année.
(c) Du T3 2019 au T3 2026 : Montréal $117{,}8/71{,}6 = 1{,}6453$; composite $111{,}4/64{,}0 = 1{,}7406$. Le calcul est impossible pour Québec parce que la série résidentielle de cette RMR n'existe dans le tableau qu'à partir du premier trimestre de 2023 : une absence de série se traduit par une absence de lignes dans le fichier, non par des valeurs manquantes, ce que seule la lecture du fichier brut révèle.
(d) Coût de 350 000 $ au T1 2023 à Québec exprimé au T3 2026 : avec la série de Québec, $350\,000 \times 1{,}2632 = 442\,105$ $; avec la série de Montréal, $350\,000 \times 1{,}1792 = 412\,713$ $, soit une sous-estimation de 29 392 $ (−6,6 %) ; avec le composite, $350\,000 \times 1{,}1391 = 398\,671$ $, soit une sous-estimation de 43 434 $ (−9,8 %). La série nationale, qui ne progresse que de 2,7 % sur un an au T3 2026 contre 9,2 % à Québec, est la plus trompeuse.

Solution de l'exercice 13.6 — Concevoir une base et mesurer sa couverture

(a) Taux de couverture $\kappa = 1\,044/1\,500 = 0{,}696$; taux d'appariement $\alpha = 920/1\,044 = 0{,}881$. Prix moyen du marché (équation (13.6)) : $\mu = 0{,}696 \times 510\,000 + 0{,}304 \times 455\,000 = 493\,280$ $. Une statistique fondée sur le seul courtage, 510 000 $, surestime le marché de 16 720 $, soit 3,39 %. Le biais est une fonction de la couverture et de l'écart entre les deux sous-marchés ; il ne diminue pas quand le nombre de ventes par courtier augmente, à couverture constante. Les 124 ventes de courtage non appariées (11,9 %) doivent être examinées (adresse mal normalisée, acte non encore publié, vente annulée) et non supprimées.
(b) Schéma : une table *propriétés* (clé id_propriete ; attributs du rôle ouvert : RL0101 adresse, RL0104 matricule, RL0105A utilisation, RL0107A unité de voisinage, RL0302A terrain, RL0307A/B année de construction, RL0308A aire d'étages, RL0311A logements ; coordonnées géocodées) ; une table *transactions* (clé id_vente, clé étrangère id_propriete ; prix d'acte, meubles, prix retenu, dates de promesse et d'acte, codes du vendeur et de l'acheteur, garantie, financement, source, indicateurs d'épuration et motif d'exclusion) ; une table *valeurs au rôle* (id_propriete, millésime ; RL0401A à RL0405A, facteur comparatif) ; une table *baux* si l'on traite des plex ; une table *séries de contexte* (géographie, période ; indices et taux). Clés d'appariement : rôle ↔ courtage par l'adresse

normalisée (et la date pour lever les ambiguïtés d'immeubles à plusieurs logements) ; registre ↔ courtage par l'adresse et la date d'acte ; registre ↔ rôle par l'adresse, le lot étant caviardé dans le rôle ouvert ; le matricule relie le rôle à l'avis d'évaluation du propriétaire, non aux autres sources.
(c) Le fichier de sources comporte, pour chaque fichier brut, une ligne : nom, adresse exacte, date de téléchargement, taille, version ou période, licence et conditions (Licence ouverte de Statistique Canada ; CC BY 4.0 du MAMH avec interdiction de réidentification ; conditions de la SCHL, citation sans redistribution ; conditions de l'APCIQ, attribution et usage non commercial ; droit d'auteur de JLR, mention « Source : JLR.ca » ; registre foncier, usage dans le cadre du mandat), responsable et description. Le journal des exclusions comporte, pour chaque enregistrement écarté, l'identifiant de la vente, la source, la date de la décision, la règle appliquée (vente liée, reprise, prix nominal, part indivise, financement, hors période, hors secteur, ratio prix/rôle hors bornes) et, le cas échéant, la pièce qui l'a motivée. Le rapport peut reproduire les séries de Statistique Canada et les champs du rôle ouvert ; il cite les valeurs de la SCHL, de l'APCIQ et de JLR avec attribution, et il ne reproduit ni fiche de courtage ni acte, dont il conserve copie au dossier pendant au moins cinq ans.

Chapitre 14 — Nettoyage, géocodage et qualité des données

Solution de l'exercice 14.1 — Score robuste et score classique

Les neuf prix unitaires triés sont 3 080, 3 150, 3 190, 3 240, 3 260, 3 320, 3 370, 3 410 et 5 980 $/m² ; la médiane est la cinquième valeur, 3 260 $/m². Les écarts absolus à la médiane sont 180, 110, 70, 20, 0, 60, 110, 150 et 2 720 ; triés, ils donnent 0, 20, 60, 70, 110, 110, 150, 180, 2 720, dont la médiane, l'écart absolu médian, vaut 110. L'échelle robuste est $1{,}4826 \times 110 = 163{,}1$. Le score robuste de la neuvième vente est $(5980 - 3260)/163{,}1 = 16{,}68$; celui des huit autres ne dépasse pas $180/163{,}1 = 1{,}10$ en valeur absolue. La moyenne est de 3 555,6, l'écart-type (avec $n - 1$) de 915,2, et le score classique de la neuvième vente vaut $(5980 - 3555{,}6)/915{,}2 = 2{,}65$, sous le seuil de 3,5 ; les huit autres ont des scores classiques compris entre −0,52 et −0,16. Seule la méthode robuste signale la vente. L'écart vient du masquage : la neuvième vente élève la moyenne de 296 $/m² et multiplie par plus de cinq l'écart-type, de sorte qu'elle se place elle-même à moins de trois écarts-types ; la médiane et le MAD, dont le point de rupture est de 50 %, ne bougent pas.

Solution de l'exercice 14.2 — Règles et journal

(a) Règle R4, prix inférieur à 5 000 $: exclusion ; journal « R4 ; exclusion ; prix symbolique ; prix_vente ; 1 ; — ». (b) Règle R5 : la valeur dépasse 450 m² et $1776/10{,}7639 = 165{,}0$ est comprise entre 40 et 400 m², ce qui est cohérent avec quatre chambres ; correction par division ; journal « R5 ; correction ; saisie en pi² ; superficie_habitable_m2 ; 1776 ; 165 ». (c) Règle R2, acte antérieur à la promesse : permutation ; journal « R2 ; correction ;

dates permutées ; date_promesse ; 2026-05-02 ; 2026-03-15 » ; la date du prix devient le 15 mars 2026. (d) Règle R3 : prix net 515000 − 15000 = 500 000 $; journal « R3 ; correction ; meubles retranchés ; prix_vente ; 515000 ; 500000 » ; la vraisemblance des 15 000 $ de meubles mérite d'être notée. (e) Règle R6 : coordonnées invalidées, puis géocodage de repli G1 avec une précision « centre de secteur » inscrite dans une colonne dédiée ; journal R6 (correction, « lat ;lon », « 0 ;0 », vide) puis G1 (imputation, coordonnées de repli). (f) Règle R7 : exclusion de la vente déclarée successorale ; journal « R7 ; exclusion ; transaction non représentative ; type_transaction ; succession ; — ». Si l'historique de courtage montrait une mise en marché normale, la vente pourrait être réintégrée avec une note, comme l'a discuté le chapitre 16.

Solution de l'exercice 14.3 — Levier, résidu studentisé et distance de Cook

Résidu studentisé interne : $r_i = e_i/(s\sqrt{1-h_{ii}}) = -0{,}25/(0{,}083 \times \sqrt{0{,}96}) = -0{,}25/0{,}08132 = -3{,}074$. Résidu externe, par la relation $t_i = r_i\sqrt{(n-k-1)/(n-k-r_i^2)}$: $t_i = -3{,}074 \times \sqrt{583/(584-9{,}45)} = -3{,}074 \times \sqrt{583/574{,}55} = -3{,}097$. Distance de Cook : $D_i = r_i^2 h_{ii}/(k(1-h_{ii})) = 9{,}45 \times 0{,}04/(16 \times 0{,}96) = 0{,}0246$, soit 3,7 fois le seuil $4/n = 0{,}0067$ mais très loin de 1. La vente dépasse de peu le seuil $|t_i| > 3$: la règle E1 l'exclurait à la première itération. Avant de l'exclure, il faut chercher une explication en dehors du modèle : résidu de −0,25 en logarithme, soit un prix inférieur d'environ 22 % à la prédiction, qui peut provenir d'une vente liée non déclarée, d'un état exceptionnel, d'une erreur de saisie non prévue par les règles ou d'une caractéristique omise du modèle ; si aucune n'est trouvée, l'exclusion doit être inscrite au journal avec son résidu, son levier et sa distance de Cook, et la sensibilité du résultat à sa réintégration mesurée.

Solution de l'exercice 14.4 — Contamination et point de rupture

Avec $\varepsilon = 0{,}05$ et $\delta = \ln 0{,}5 = -0{,}6931$, le biais de la moyenne des logarithmes est $\varepsilon\delta = -0{,}0347$, soit un niveau de prix sous-estimé de $\exp(-0{,}0347) - 1 = -3{,}4$ %. La variance de l'échantillon contaminé vaut $\sigma^2 + \varepsilon(1-\varepsilon)\delta^2 = 0{,}085^2 + 0{,}05 \times 0{,}95 \times 0{,}6931^2 = 0{,}007225 + 0{,}022821 = 0{,}030046$, d'où un écart-type de 0,173, plus du double de l'écart-type du marché. La médiane n'est pas affectée : le décalage ne touche que 5 % des observations, toutes repoussées vers le bas, et la valeur centrale de la distribution reste celle des ventes sincères tant que la proportion contaminée est inférieure à 50 % ; c'est le point de rupture de la médiane. Il faudrait donc plus d'une vente sur deux à la moitié du marché pour déplacer la médiane, alors qu'une seule vente d'ampleur suffisante déplace arbitrairement la moyenne.

Solution de l'exercice 14.5 — Poids d'appariement de Fellegi–Sunter

Poids de concordance : matricule $\log_2(0{,}98/0{,}001) = 9{,}94$; année $\log_2(0{,}95/0{,}05) = 4{,}25$; secteur $\log_2(0{,}90/0{,}20) = 2{,}17$. Poids de discordance : matricule $\log_2(0{,}02/0{,}999) = -5{,}64$; année $\log_2(0{,}05/0{,}95) = -4{,}25$; secteur $\log_2(0{,}10/0{,}80) = -3{,}00$. Paire dont les trois champs concordent : $9{,}94 + 4{,}25 + 2{,}17 = 16{,}35$, acceptée. Paire dont le matricule et l'année concordent mais pas le secteur : $9{,}94 + 4{,}25 - 3{,}00 = 11{,}18$, acceptée malgré la discordance du secteur, parce que le matricule est très discriminant ; un secteur mal codé est plus vraisemblable qu'une coïncidence de matricule et d'année. Paire dont le matricule discorde mais dont l'année et le secteur concordent : $-5{,}64 + 4{,}25 + 2{,}17 = 0{,}78$, entre les deux seuils, donc à vérifier manuellement : l'année et le secteur concordent trop souvent par hasard pour compenser la discordance du matricule, mais celle-ci peut être une faute de frappe.

Solution de l'exercice 14.6 — Sensibilité aux seuils

Les résultats proviennent de la fonction `sensibilite_seuils` (tableau 14.9). Avec un seuil de score robuste de 3 et un seuil de résidu de 2,5, l'étape S1 exclut 11 ventes et l'étape E1 10 ; les six ventes liées non déclarées sont détectées et 7 ventes sincères sont exclues à tort ; l'échantillon final compte 566 ventes, l'écart-type résiduel 0,0796 et la prédiction du sujet 637 527 $. Avec 4 et 3, S1 exclut 3 ventes et E1 3 ; les six ventes liées sont encore détectées et aucune vente sincère n'est exclue ; 581 ventes, écart-type 0,0838, prédiction 637 349 $. La référence du chapitre (3,5 et 3) donne 579 ventes, deux faux positifs, 0,0837 et 637 017 $. Note. Dans un mandat réel, la table de vérité n'existe pas ; le seul guide est le compromis entre la détection, qui ne s'améliore plus au-delà d'un seuil modéré puisque le relais entre scores univariés et diagnostics conditionnels rattrape ce que l'un laisse passer, et les faux positifs, qui croissent vite quand les seuils baissent et qui réduisent artificiellement l'écart-type résiduel, donc l'incertitude rapportée. Je recommanderais un seuil de 3,5 pour le score robuste, dont la distribution par secteur est à queue épaisse même sur un marché sain, un seuil de 3 pour le résidu studentisé externe, qui a une distribution de référence connue et n'écarte qu'une ou deux ventes sincères sur six cents, au plus deux itérations, et l'obligation de documenter une raison extérieure au modèle pour chaque exclusion de l'étape E1 ; la sensibilité aux seuils voisins serait rapportée, et la fourchette de prédiction qui en résulte (ici 0,1 %) ajoutée à l'incertitude du chapitre 20.

Solution de l'exercice 14.7 — Mécanisme de manque et imputation

Lorsque les terrains manquants sont les vingt plus petits du jeu, le manque dépend de la valeur manquante elle-même : le mécanisme est MNAR. La variante est implantée dans la fonction `variante_mnar_terrain` du script (les vingt plus petits terrains parmi les lignes non altérées autrement sont effacés, les vingt manquants aléatoires d'origine étant restaurés), et ses résultats sont vérifiés par le test du chapitre. Sous

ce mécanisme, la suppression par liste conserve 536 ventes et donne $\hat{\beta}_{\ln T} = 0{,}1007$ (erreur-type 0,0123) et une prédiction du sujet de 638 976 $; l'imputation par la médiane conditionnelle donne 0,0977 et 636 195 $, la régression auxiliaire 0,0972 et 636 224 $, la méthode de l'indicateur 0,0978 et 638 201 $. Par rapport à la référence du jeu propre (0,0937 ; 637 953 $) et aux valeurs du tableau 14.7 sous MCAR (0,0969 à 0,0945), tous les traitements s'écartent davantage, et c'est la suppression par liste qui s'écarte le plus (+0,6 erreur-type), parce qu'elle tronque le support du terrain par le bas et estime la pente sur une distribution amputée de sa queue inférieure. Les imputations sont biaisées pour une autre raison : elles attribuent aux vingt plus petits terrains une valeur médiane ou prédite très supérieure à la vérité, ce qui introduit une erreur de mesure sur le régresseur pour ces ventes ; l'effet sur la pente reste modeste ici parce que vingt ventes sur 580 pèsent peu, mais il irait croissant avec la proportion de manquants. Le coefficient de l'indicateur de terrain manquant passe de −0,022 (non significatif) sous MCAR à −0,050 avec une erreur-type de 0,014, soit un rapport de −3,5 : les ventes aux terrains manquants se vendent systématiquement moins cher que ce que leur terrain imputé laisse attendre, exactement parce que leur vrai terrain est petit. Ce coefficient est le signal qu'il faut rechercher la cause du manque avant d'imputer. Ni la suppression ni l'imputation par la médiane ne sont sans biais sous MNAR ; dans cette variante la suppression l'est le plus pour la pente, tandis que l'imputation par la médiane biaise les prix prédits des vingt ventes concernées. Une imputation qui modélise le mécanisme, par exemple un quantile bas de la cellule plutôt que sa médiane, ou l'imputation multiple avec un modèle de sélection, serait préférable ; la seule réponse vraiment satisfaisante est de retrouver la donnée à la source.

Chapitre 15 — Études de marché et segmentation

Solution de l'exercice 15.1 — Mois d'inventaire et taux d'absorption

Les ventes mensuelles moyennes du trimestre sont $569/3 = 189{,}7$. Le nombre de mois d'inventaire vaut $MI = 825/189{,}7 = 4{,}35$ mois et le taux d'absorption mensuel $a = 1/MI = 189{,}7/825 = 23{,}0\,\%$: un peu moins du quart du stock de Sherbrooke trouve preneur chaque mois. Avec des inscriptions en hausse de 20 %, soit $825 \times 1{,}2 = 990$, et des ventes en baisse de 10 %, soit $569 \times 0{,}9 = 512{,}1$ par trimestre ou 170,7 par mois, l'inventaire passerait à $990/170{,}7 = 5{,}80$ mois et l'absorption à 17,2 %. Le marché resterait dans la bande d'usage « équilibré » (quatre à six mois), mais tout près de son bord supérieur, et surtout il s'y déplacerait rapidement : la lecture qui compte pour l'évaluateur n'est pas la bande, mais la direction et la vitesse du mouvement, qui annoncent une pression à la baisse sur les prix demandés et un allongement des délais.

Solution de l'exercice 15.2 — Délimiter le marché d'un triplex

Type et détention : le marché est celui des plex de deux à cinq logements en pleine propriété ; les copropriétés divises et les unifamiliales n'en font pas partie, même si quelques

acheteurs hésitent entre un duplex et une maison. *Fourchette de prix et financement* : autour de la médiane des plex du secteur La Cité–Basse-Ville et Limoilou, 647 500 $ au troisième trimestre de 2026 ; l'acheteur occupant finance avec une mise de fonds réduite et compte les deux loyers dans sa capacité d'emprunt, ce qui lie le marché au niveau des loyers. *Géographie* : les quartiers centraux de la basse ville, Limoilou et ses environs immédiats, où l'acheteur type arbitre entre quelques quartiers de même tissu urbain ; la haute ville et les banlieues relèvent d'autres marchés. *Caractéristiques physiques* : plex d'avant 1960 à logements superposés avec entrées distinctes, par opposition aux immeubles plus récents ou aux plex convertis. *Temps* : douze à dix-huit mois, resserrés si la hausse de 13 % du prix médian des plex du secteur sur un an se poursuit. *Droits et contraintes* : deux baux en place dont les loyers et les échéances déterminent ce que l'acheteur occupant pourra habiter et quand ; encadrement des loyers. *Acheteur type* : un ménage propriétaire occupant qui finance son logement par les deux loyers, ou un petit investisseur ; les deux profils coexistent et expliquent la prime que paient les plex par rapport à leur valeur par le revenu (chapitre 32). Sources : étape 2, baromètre APCIQ de la RMR de Québec, découpage par secteur Centris (secteur 2) ; étape 3, communiqué APCIQ pour les inscriptions et délais de la RMR, non disponibles par secteur ; étape 5, Rapport sur le marché locatif de la SCHL, découpage par zone de l'Enquête sur les logements locatifs, qui ne coïncide pas avec le secteur Centris et dont l'appartenance exacte de Limoilou à la zone « Basse-Ville » doit être vérifiée dans la carte des zones.

Solution de l'exercice 15.3 — Stock, flux et inscriptions hors du prix

Ventes mensuelles : $9\,265/3 = 3\,088{,}3$. Délai médian en mois : $40/30{,}4375 = 1{,}314$. Si toutes les inscriptions se vendaient en ce délai, la relation de Little donnerait un stock de $3\,088{,}3 \times 1{,}314 = 4\,059$ inscriptions. Le stock observé est de 20 350 : l'excédent est de $20\,350 - 4\,059 = 16\,291$ inscriptions, soit 80,1 % du stock. Deux explications se combinent. La censure : le délai médian ne porte que sur les propriétés vendues ; celles qui attendent, qui seront retirées ou réinscrites ne sont pas comptées, et la durée de séjour de l'ensemble du stock, mesurée par les 6,6 mois d'inventaire, est cinq fois plus longue. L'hétérogénéité : les propriétés au prix du marché se vendent en six semaines, et le reste du stock est composé de propriétés dont le prix demandé excède ce que les acheteurs paient, ou qui sont atypiques. Un excédent de quatre cinquièmes du stock signale un marché où les vendeurs n'ont pas encore ajusté leurs attentes ; les prix vendus résistent tant que les vendeurs refusent de baisser, puis cèdent. Pour l'ajustement de conditions du marché, cela signifie qu'une vente conclue un an plus tôt ne doit pas être revalorisée au rythme passé, et qu'un ajustement nul ou légèrement négatif est plus défendable qu'un ajustement positif ; cela signifie aussi que la fourchette de valeur doit être élargie, parce que la dispersion des prix conclus croît avec la marge de négociation.

Solution de l'exercice 15.4 — Calcul d'une silhouette

Pour le point $(1,0)$ du groupe A : distances aux autres membres de A, $d\big((1,0),(0,0)\big) = 1$ et $d\big((1,0),(0,1)\big) = \sqrt{2} = 1{,}414$, d'où $a = (1 + 1{,}414)/2 = 1{,}207$. Distances aux membres de B : 3, $\sqrt{10} = 3{,}162$ et 4, d'où $b = (3 + 3{,}162 + 4)/3 = 3{,}387$. Silhouette : $s = (3{,}387 - 1{,}207)/\max(1{,}207; 3{,}387) = 0{,}644$. Si le point était affecté à B, ses rôles s'inverseraient : $a' = 3{,}387$, $b' = 1{,}207$ et $s' = (1{,}207 - 3{,}387)/3{,}387 = -0{,}644$, valeur négative qui signale un point mal classé. La silhouette moyenne favorise les partitions en peu de groupes bien séparés parce que b_i est la distance au groupe voisin *le plus proche* : plus il y a de groupes, plus il existe un voisin proche, plus b_i diminue et plus s_i se rapproche de zéro, même si les groupes supplémentaires sont pertinents pour le marché. C'est pourquoi le choix de k par la silhouette doit être tempéré par le sens économique des groupes et confirmé par un test sur la relation prix-attributs.

Solution de l'exercice 15.5 — Test de Chow à partir des sommes des carrés

Avec $n = 600$, $G = 5$ et $k_0 = 12$, le modèle libre a $Gk_0 = 60$ coefficients et $n - Gk_0 = 540$ degrés de liberté résiduels ; sa variance résiduelle est $3{,}7360/540 = 0{,}006919$. *Version pentes* : $q = (G-1)(k_0 - 1) = 44$ restrictions et

$$F = \frac{(4{,}0245 - 3{,}7360)/44}{3{,}7360/540} = \frac{0{,}006557}{0{,}006919} = 0{,}948 < 1{,}40,$$

l'hypothèse de pentes communes n'est pas rejetée ($p = 0{,}57$). *Version classique* : $q_0 = (G-1)k_0 = 48$ restrictions et

$$F_0 = \frac{(6{,}4024 - 3{,}7360)/48}{3{,}7360/540} = \frac{0{,}05555}{0{,}006919} = 8{,}03 > 1{,}38,$$

l'hypothèse d'une équation entièrement commune est rejetée sans ambiguïté ($p < 10^{-30}$). Conclusion : les cinq secteurs ont des niveaux de prix différents mais la même structure de prix implicites ; une seule équation est acceptable à condition d'inclure des effets de secteur, et les ajustements de superficie, d'âge ou de qualité tirés de l'ensemble de la RMR sont transférables d'un secteur à l'autre, tandis que l'ajustement de localisation est indispensable. Un résultat inverse, rejet des pentes sans rejet des niveaux, signifierait que les secteurs ont en moyenne le même niveau de prix mais rémunèrent différemment les caractéristiques, par exemple le terrain davantage au centre et la surface habitable davantage en banlieue ; les secteurs seraient alors de véritables sous-marchés au sens de la définition 15.1, et il faudrait estimer des prix implicites propres à chacun ou restreindre les comparables au secteur du sujet, même si une vente d'un autre secteur paraît de prix voisin.

Solution de l'exercice 15.6 — Rattrapage des loyers et rotation

Part de l'écart récupérée, $\pi_T = 1 - (1 - r)^T$: pour $r = 15\,\%$, $\pi_5 = 1 - 0{,}85^5 = 55{,}6\,\%$ et $\pi_{10} = 80{,}3\,\%$; pour $r = 9{,}4\,\%$, $\pi_5 = 39{,}0\,\%$ et $\pi_{10} = 62{,}7\,\%$; pour $r = 8{,}5\,\%$, $\pi_5 = 35{,}9\,\%$ et $\pi_{10} = 58{,}9\,\%$. Montant récupéré la première année, $r \times 20\,496$: 3 074 \$, 1 927 \$ et 1 742 \$. L'hypothèse de 15 % récupère donc en cinq ans ce que la rotation observée récupère en huit à neuf ans ; dans un modèle de flux actualisés, cet écart de rythme se traduit par plusieurs dizaines de milliers de dollars de valeur présente, ce que le chapitre 47 chiffre. Pour les trois pièces et demie : écart $= 1 - 875{,}25/1\,039 = 15{,}8\,\%$ du loyer de marché. L'écart entre loyers des une chambre inoccupées et occupées de la zone 9 est de 22,9 %, soit $(1\,295 - 1\,054)/1\,054$. Les logements du dossier sont donc moins éloignés de leur loyer de marché que la moyenne de la zone ne l'est du loyer des logements vacants, ce qui admet deux lectures : soit les baux de l'immeuble sont moins anciens que la moyenne du parc de la zone, ce que l'état locatif du chapitre 47 permet de vérifier, soit le loyer de marché retenu dans le dossier, 1 039 \$ contre 1 295 \$ pour un logement vacant de la zone, est prudent. La seconde lecture est plausible pour un immeuble de 1962 non rénové, dont les logements vacants ne se louent pas au loyer des logements rénovés qui tirent la moyenne des vacants vers le haut ; elle invite néanmoins à documenter le loyer de marché par des annonces récentes d'immeubles comparables plutôt que par la seule moyenne de la zone.

Solution de l'exercice 15.7 — Variables de classification et sous-marchés

La pondération par les coefficients du modèle de référence remplace chaque variable centrée-réduite z_{ik} par la contribution $\hat{\beta}_k x_{ik}$ au logarithme du prix prédit ; les variables dont le prix implicite est faible, comme le terrain, pèsent alors peu, et celles dont le prix implicite est fort, la superficie, la qualité et surtout les indicatrices de secteur et la distance au centre, dominent la distance entre deux ventes. Dans le jeu synthétique, les contributions de localisation étant discrètes par secteur, la classification retrouve une structure proche des secteurs : la silhouette à $k = 5$ et l'indice de Rand ajusté avec les secteurs augmentent par rapport au tableau 15.10, dans une mesure que le lecteur mesurera en exécutant le script modifié. Le test de Chow appliqué à la partition obtenue ne rejette pas l'égalité des pentes, parce que la loi de génération impose des pentes communes quelle que soit la partition. Ce que la pondération change : elle remplace une ressemblance physique par une ressemblance en termes de valeur, ce qui est plus proche de la notion de substitut et évite de regrouper des maisons semblables mais situées dans des marchés différents. Ce qu'elle ne peut pas changer : elle dépend du modèle commun dont elle tire ses poids, de sorte qu'elle suppose résolue la question qu'elle sert à poser ; si les prix implicites différaient réellement entre sous-marchés, les poids communs seraient biaisés et la partition le serait aussi. La classification pondérée est donc un point de départ raisonnable pour une segmentation a priori, non un substitut au test de stabilité ni à la validation hors échantillon.

Chapitre 16 — Substitution et choix des comparables

Solution de l'exercice 16.1 — Unités de comparaison

Les prix unitaires sont $525\,000/152 = 3\,453{,}95\,\$/\text{m}^2$, $489\,000/141 = 3\,468{,}09\,\$/\text{m}^2$ et $561\,000/171 = 3\,280{,}70\,\$/\text{m}^2$. La médiane est $3\,453{,}95\,\$/\text{m}^2$; appliquée aux $165\,\text{m}^2$ du sujet, elle donne une indication brute de $3\,453{,}95 \times 165 = 569\,902\,\$$, arrondie à $570\,000\,\$$. Si l'élasticité du prix à la superficie est inférieure à un, le prix unitaire décroît avec la taille : les deux comparables plus petits que le sujet (152 et $141\,\text{m}^2$) ont des prix unitaires supérieurs à celui qu'aurait le sujet, et la médiane, tirée de l'un d'eux, surestime la valeur. Le comparable le plus grand ($171\,\text{m}^2$) donne la borne basse ($3\,280{,}70\,\$/\text{m}^2$, soit $541\,316\,\$$ pour le sujet) ; l'indication « juste » se situe entre les deux et exige un ajustement de superficie plutôt qu'une simple proportionnalité.

Solution de l'exercice 16.2 — Ventes utilisables ou non

(a) Utilisable sans ajustement : la vente successorale a bénéficié d'une exposition normale (41 jours, courtier) ; la motivation du vendeur n'a pas comprimé le prix de façon démontrable. (b) À vérifier, probablement à écarter : la vente à un locataire en place sans inscription n'a pas été exposée au marché ; le prix peut refléter une relation préexistante. Elle ne serait utilisable qu'avec la preuve que le prix a été fixé par référence au marché. (c) Utilisable avec ajustement de financement : la balance de prix de vente à $2\,\%$ sur cinq ans, alors que les taux de marché sont nettement supérieurs, a une valeur pour l'acheteur qui gonfle le prix nominal ; on retranche la valeur actualisée de l'avantage de taux (chapitre 17). (d) À écarter en général : la reprise de finance est vendue par un vendeur contraint dont l'objectif est de recouvrer la créance ; la vente n'est pas sincère au sens de la définition. Elle peut servir d'indice de borne basse. (e) À écarter : les droits transmis diffèrent (fraction de copropriété divise avec charges communes et déclaration de copropriété, contre pleine propriété) ; aucun ajustement de droits n'est fiable entre ces deux segments. (f) Utilisable avec ajustement de conditions du marché : vingt mois dépassent la fenêtre usuelle, mais si le marché est mince et que l'indice de prix du secteur est bien mesuré, l'ajustement temporel est préférable à un comparable d'un autre secteur. Le dossier doit justifier la fenêtre.

Solution de l'exercice 16.3 — Distance d'attributs

Avec les écarts normalisés et pondérés de l'équation (16.8) :

$$d_A = \sqrt{2\left(\tfrac{7}{25}\right)^2 + 0{,}7\left(\tfrac{20}{150}\right)^2 + \left(\tfrac{3}{10}\right)^2 + 0} = \sqrt{0{,}1568 + 0{,}0124 + 0{,}09} = 0{,}509,$$

$$d_B = \sqrt{2\left(\tfrac{25}{25}\right)^2 + 0{,}7\left(\tfrac{30}{150}\right)^2 + \left(\tfrac{18}{10}\right)^2 + 1} = \sqrt{2 + 0{,}028 + 3{,}24 + 1} = 2{,}504,$$

$$d_C = \sqrt{2\left(\tfrac{15}{25}\right)^2 + 0{,}7\left(\tfrac{220}{150}\right)^2 + \left(\tfrac{2}{10}\right)^2 + 1} = \sqrt{0{,}72 + 1{,}506 + 0{,}04 + 1} = 1{,}807.$$

Classement : A, puis C, puis B. Avec un poids de 3 sur l'âge, le terme d'âge de B passe de 3,24 à 9,72 ($d_B = 3{,}57$) et celui de C de 0,04 à 0,12 ($d_C = 1{,}83$) : le classement ne change pas, A restant de loin le plus proche. Le candidat B, récent et de qualité supérieure, est pénalisé surtout par son âge et sa qualité ; il exigerait des ajustements importants sur ces deux éléments.

Solution de l'exercice 16.4 — Fenêtre temporelle et ajustement de conditions du marché

Le facteur d'ajustement pour quinze mois à 4,43 % par année composé est $(1{,}0443)^{15/12} - 1 = 0{,}0557$, soit un ajustement de $506\,500 \times 0{,}0557 = 28\,200$ \$ environ, et un prix ajusté pour les conditions du marché de 534 700 \$. Élargir la fenêtre fait passer n de 9 à 21 : si les comparables étaient de variance égale et pondérés également, la variance de l'indication passerait de $\sigma^2/9$ à $\sigma^2/21$, soit une réduction de l'écart-type d'environ 35 %. Mais les douze candidats supplémentaires exigent des ajustements temporels de 12 à 24 mois dont l'incertitude s'ajoute à σ_j^2 : si le taux de croissance est connu à plus ou moins un point de pourcentage par année, l'incertitude de l'ajustement à 24 mois atteint à elle seule environ 2 % du prix. L'élargissement n'est avantageux que si cette incertitude reste petite devant la dispersion des prix ; dans un marché dont l'indice est bien mesuré, il l'est ; dans un marché en retournement, il ne l'est pas.

Solution de l'exercice 16.5 — Pondérations optimales

Les inverses des variances, en milliers de dollars au carré, sont $1/400 = 0{,}0025$, $1/900 = 0{,}001111$ et $1/1600 = 0{,}000625$, de somme 0,004236. Les pondérations optimales sont donc $w_1 = 0{,}590$, $w_2 = 0{,}262$ et $w_3 = 0{,}148$. La variance minimale est $1/0{,}004236 = 236{,}1$ (milliers²), soit un écart-type de 15 400 \$. Avec des pondérations égales, la variance est $(400 + 900 + 1600)/9 = 322{,}2$, soit un écart-type de 17 950 \$: la pondération optimale réduit l'écart-type d'environ 14 %. Si σ_1 est réestimé à 10 000 \$, $1/\sigma_1^2 = 0{,}01$, la somme devient 0,011736 et $w_1 = 0{,}852$: l'indication repose presque entièrement sur le premier comparable, ce qui illustre la sensibilité des pondérations optimales à l'estimation des variances soulignée par Green (1994).

Solution de l'exercice 16.6 — Robustesse de la sélection aux paramètres de la distance

Les résultats dépendent de la version du jeu de données ; la solution décrit la démarche et les résultats obtenus avec la graine 20261031. (a) Doubler le poids de la distance géographique favorise les ventes à moins d'un kilomètre : les comparables G0574 et G0404, déjà les plus proches, restent en tête, et les candidats à plus de deux kilomètres (G0477, G0575) tendent à être remplacés par des ventes plus proches mais plus anciennes ou de taille plus éloignée. (b) Annuler le poids de l'ancienneté fait remonter des ventes de 2025 ; l'indication brute change peu, parce que le filtre de dix-huit mois a déjà borné l'ancienneté. (c) Un poids de 3 sur la qualité pénalise G0574, G0468 et G0477 (qualité

4) et G0575 (qualité 2) au profit de candidats de qualité 3 ; c'est la variante qui modifie le plus la composition. La note doit souligner que la robustesse de la composition aux poids est une information en soi : lorsque la sélection change beaucoup pour de petites variations des paramètres, le marché offre plusieurs ensembles de comparables également défendables, et la fourchette de valeur du chapitre 20 doit en tenir compte ; le dossier doit consigner les paramètres retenus et les variantes essayées.

Solution de l'exercice 16.7 — Nombre optimal de comparables

L'erreur quadratique moyenne est $\mathrm{EQM}(k) = b_1^2 k^2 + \sigma^2/k$. Sa dérivée, $2b_1^2 k - \sigma^2/k^2$, s'annule pour $k^3 = \sigma^2/(2b_1^2)$, d'où l'équation (16.7). Avec $\sigma = 25\,000$ et $b_1 = 2\,000$: $\sigma^2/(2b_1^2) = 6{,}25 \times 10^8/(8 \times 10^6) = 78{,}1$, et $k^* = 78{,}1^{1/3} = 4{,}27$, soit quatre comparables ; l'EQM vaut alors $4 \times 10^6 \times 16 + 6{,}25 \times 10^8/4 = 2{,}20 \times 10^8$, soit une erreur type d'environ 14 800 $. Si un modèle hédonique divise b_1 par quatre ($b_1 = 500$), le ratio devient 1 250 et $k^* = 10{,}8$: on retient une dizaine de comparables. C'est le résultat de Kummerow et Galfalvy (2002) : plus les ajustements sont précis, plus il est avantageux d'élargir l'échantillon, jusqu'au point où la méthode de comparaison rejoint la régression hédonique.

Chapitre 17 — Ajustements qualitatifs et quantitatifs

Solution de l'exercice 17.1 — Grille additive, brut et net

Sous la forme additive de l'équation (17.1), le prix ajusté est $540\,000 + 18\,000 - 12\,500 + 15\,000 - 9\,000 + 0 = 551\,500$ $. L'ajustement brut est la somme des valeurs absolues, $18\,000 + 12\,500 + 15\,000 + 9\,000 = 54\,500$ $, soit $54\,500/540\,000 = 10{,}09$ % ; l'ajustement net est la somme algébrique, 11 500 $, soit 2,13 %. Le signe se lit du point de vue du sujet : le marché a monté depuis la vente du comparable (sujet « supérieur » par la date, +) ; le sujet est plus petit (−), possède un garage que le comparable n'a pas (+), a un sous-sol moins bien fini (−) et une qualité identique (0). Un brut de 10 % avec un net de 2 % décrit un comparable dont les supériorités et les infériorités se compensent : il est éloigné du sujet, mais une erreur proportionnelle sur tous les prix implicites changerait peu son prix ajusté. Un brut de 10 % avec un net de 10 % décrit un comparable systématiquement inférieur au sujet : la même erreur proportionnelle se reporterait intégralement sur le prix ajusté. Le brut mesure l'éloignement, donc la variance ; le net mesure l'exposition au biais des prix implicites.

Solution de l'exercice 17.2 — Trois écritures de l'ajustement de temps

(a) Par l'équation (17.9), $A = 506\,500\,[(1{,}0443)^{15{,}2/12} - 1] = 506\,500 \times 0{,}05644 = 28\,587$ $.
(b) Par l'équation (17.8), $A = 506\,500\,(138{,}7/131{,}2 - 1) = 506\,500 \times 0{,}05716 = 28\,954$ $.
(c) Par l'approximation linéaire, $A \approx 506\,500 \times 0{,}00364 \times 15{,}2 = 28\,039$ $. L'écriture

(b) diffère de (a) parce que l'indice mesure la variation effectivement observée entre les deux dates, 5,72 %, alors que le taux composé suppose une croissance régulière de 4,43 % par année, soit 5,64 % sur 15,2 mois ; si le marché a progressé plus vite que sa moyenne pendant cette période, l'indice le capte et le taux moyen ne le capte pas, et c'est l'indice qui doit prévaloir lorsqu'il est fiable et porte sur le bon segment. L'écriture (c) est toujours inférieure à l'écriture composée correspondante parce que $\exp(\beta m) - 1 = \beta m + (\beta m)^2/2 + \cdots > \beta m$ pour $\beta m > 0$: la linéarisation néglige la capitalisation de la croissance sur elle-même. Ici l'écart est de 700 $, soit un dixième de point de pourcentage du prix ; il croît avec le carré de la durée.

Solution de l'exercice 17.3 — Ventes appariées

Les différences sont 22 000, 7 000, 27 500, 500, 25 000 et 8 500 dollars. Leur moyenne est $\hat{A} = 90\,500/6 = 15\,083$ $, leur médiane $(8\,500 + 22\,000)/2 = 15\,250$ $, leur écart-type $s_d = 11\,151$ $ et l'erreur-type de la moyenne $s_d/\sqrt{6} = 4\,552$ $ (équation (17.4)). L'intervalle à 95 % est $15\,083 \pm 1{,}96 \times 4\,552$, soit de 6 161 $ à 24 006 $. Les prix « sans » ont pour médiane $(562\,000 + 570\,500)/2 = 566\,250$ $; le prix implicite hédonique de 3,3 % vaut donc 18 686 $ à ce niveau, à l'intérieur de l'intervalle : les paires sont compatibles avec la régression. Pour ramener l'erreur-type à 2 000 $ avec le même écart-type des différences, il faut $n = (11\,151/2\,000)^2 = 31{,}1$, soit 32 paires au moins ; sur un marché réel, trouver 32 paires satisfaisant des critères stricts est rarement possible, ce qui explique que la méthode serve de recoupement plutôt que de mesure. Les six paires de l'énoncé sont d'ailleurs beaucoup moins dispersées que celles du cas 1 (tableau 17.6), dont l'écart-type dépasse 60 000 $ pour le garage.

Solution de l'exercice 17.4 — Halvorsen–Palmquist et Kennedy

Pour l'indicatrice « bord de l'eau » ($\hat{\beta} = 0{,}045$, erreur-type 0,020) : lecture naïve 4,50 % ; équation (17.11) : $\exp(0{,}045) - 1 = 4{,}60$ % ; équation (17.12) : $\exp(0{,}045 - 0{,}020^2/2) - 1 = \exp(0{,}0448) - 1 = 4{,}58$ %. Sur un comparable de 600 000 $, les trois lectures donnent 27 000 $, 27 617 $ et 27 491 $: les écarts sont de quelques centaines de dollars, sans portée pratique. Pour l'indicatrice de secteur ($\hat{\beta} = -0{,}25$, erreur-type 0,08) : lecture naïve −25,00 % ; Halvorsen–Palmquist $\exp(-0{,}25) - 1 = -22{,}12$ % ; Kennedy $\exp(-0{,}25 - 0{,}0032) - 1 = -22{,}37$ %. Sur 600 000 $, l'ajustement vaut −150 000 $ en lecture naïve, −132 719 $ selon Halvorsen–Palmquist et −134 212 $ selon Kennedy : la lecture naïve exagère l'ajustement de plus de 17 000 $, et la correction de Kennedy déplace encore le résultat de 1 500 $. La correction de Halvorsen–Palmquist compte dès que $|\beta|$ dépasse quelques centièmes, parce que $\exp(\beta) - 1 - \beta \approx \beta^2/2$; celle de Kennedy compte lorsque la variance de $\hat{\beta}$ n'est pas négligeable devant $|\beta|$, ce qui est le cas des indicatrices de secteurs peu peuplés et des échantillons petits. Le tableau 17.7 montre le même contraste entre le garage et les secteurs de Buckingham et de Masson-Angers dans le cas 1.

Solution de l'exercice 17.5 — Additif, multiplicatif, mixte

Forme multiplicative, équation (17.2) : $500\,000 \times 1{,}06 \times 1{,}04 \times 0{,}95 = 523\,640$ \$. Forme additive, équation (17.1), tous les effets appliqués au prix de vente : $500\,000\,(1 + 0{,}06 + 0{,}04 - 0{,}05) = 525\,000$ \$. Forme mixte, équation (17.3) : base actualisée $500\,000 \times 1{,}06 = 530\,000$ \$, puis $530\,000 \times 0{,}04 = 21\,200$ \$ et $530\,000 \times (-0{,}05) = -26\,500$ \$ en dollars, d'où $530\,000 + 21\,200 - 26\,500 = 524\,700$ \$. L'équation (17.15) donne l'écart multiplicatif moins additif : termes de second ordre $a_1a_2 + a_1a_3 + a_2a_3 = 0{,}0024 - 0{,}0030 - 0{,}0020 = -0{,}0026$, terme de troisième ordre $a_1a_2a_3 = -0{,}00012$, total $-0{,}00272$, soit $500\,000 \times (-0{,}00272) = -1\,360$ \$, ce qui est bien $523\,640 - 525\,000$. L'écart est négatif parce que les ajustements de signes contraires produisent des termes croisés négatifs qui l'emportent sur le terme positif a_1a_2. La forme multiplicative est l'analogue exact d'un modèle en logarithme, puisque $\ln P^{\text{aj}} = \ln P + \sum_k \ln(1 + a_k)$ est additif en logarithme ; la forme additive est l'analogue d'un modèle linéaire en niveau ; la forme mixte n'a pas d'analogue exact, mais elle se situe entre les deux et respecte la convention de l'ouvrage.

Solution de l'exercice 17.6 — Pondération inverse du brut et réconciliation

Prix ajustés : A, $600\,000 + 30\,000 - 60\,000 = 570\,000$ \$; B, $520\,000 + 26\,000 + 13\,000 = 559\,000$ \$; C, $575\,000 - 23\,000 + 46\,000 + 23\,000 = 621\,000$ \$. Ajustements bruts : $90\,000/600\,000 = 15{,}0$ %, $39\,000/520\,000 = 7{,}5$ %, $92\,000/575\,000 = 16{,}0$ % ; nets : −5,0 %, 7,5 %, 8,0 %. Les inverses des bruts sont 6,667, 13,333 et 6,25, de somme 26,25, d'où les poids $w_A = 0{,}254$, $w_B = 0{,}508$ et $w_C = 0{,}238$ (équation (17.17) ; le plancher de 1 % n'intervient pas). La valeur pondérée est $0{,}254 \times 570\,000 + 0{,}508 \times 559\,000 + 0{,}238 \times 621\,000 = 576\,556$ \$, contre une moyenne simple de 583 333 \$ et une médiane de 570 000 \$; la fonction `reconciliation` donne aussi un écart-type pondéré de 25 254 \$ et une étendue de 10,8 % de la valeur pondérée. A et C reçoivent des poids voisins parce que la règle ne regarde que le brut, c'est-à-dire la somme des valeurs absolues : que les ajustements de A se compensent (net −5 %) et que ceux de C s'additionnent (net +8 %) ne change pas leur éloignement total, donc pas la variance que le brut est censé approximer. La règle est critiquable lorsque le comparable le moins ajusté, B, est aussi la vente la plus ancienne : son faible brut tient alors à ce que l'ajustement de temps, bien que grand en incertitude (choix de l'indice, tableau 17.9), est petit en montant si le marché a peu bougé, ou à ce qu'il est compté comme un seul élément alors qu'il contamine tous les autres. Dans ce cas, l'évaluateur devrait soit majorer le brut de B d'une pénalité d'ancienneté, soit revenir à la pondération par la variance (proposition du chapitre 16) en attribuant à l'ajustement de temps une variance propre.

Solution de l'exercice 17.7 — Remplacer les prix implicites par les paires

En remplaçant l'ajustement de garage de Go574 (19 988 \$) et de Go575 (18 665 \$) par la différence moyenne des paires, 7 991 \$, et l'ajustement de sous-sol de Go574 (13 925 \$) par 23 623 \$, les prix ajustés deviennent 637 948 \$ pour Go574 ($640\,247 - 11\,997 + 9\,698$) et 574 188 \$ pour Go575 ($584\,862 - 10\,674$) ; Go404, Go468 et Go477 sont inchangés.

La moyenne passe de 581 595 $ à 579 001 $, les bruts de Go574 et de Go575 deviennent respectivement 19,7 % et 24,7 %, les poids 0,180, 0,322, 0,200, 0,156 et 0,142, et la valeur pondérée passe de 575 565 $ à 573 963 $. L'écart avec la prédiction hédonique (637 953 $) ne s'est pas réduit : il passe de −8,8 % à −9,2 % pour la moyenne. La proposition 17.2 explique pourquoi aucun choix de prix implicites du garage ou du sous-sol ne peut combler l'écart : avec les prix implicites du modèle, la moyenne des prix ajustés vaut la prédiction ponctuelle multipliée par la moyenne des facteurs résiduels des cinq comparables, 0,915 ; en changeant deux prix implicites, on déplace deux prix ajustés de quelques milliers de dollars, mais on ne touche pas aux résidus de Go404, Go468 et Go477, qui sont de −16, −10 et −11 % et qui portent l'essentiel de l'écart. Combler l'écart exigerait des ajustements de l'ordre de 50 000 $ à 90 000 $ sur ces trois comparables, sans aucune caractéristique observée qui les justifie. Deux vérifications de terrain permettraient de trancher entre les deux lectures de la section 17.7 : d'une part, l'inspection extérieure et l'examen des photos et des descriptions de courtage des cinq comparables, pour détecter un état, une finition ou une nuisance que la cote de qualité et l'âge ne captent pas et qui expliquerait des prix bas (lecture « information locale ») ; d'autre part, l'élargissement de l'échantillon aux candidats classés sixième à dixième par la distance d'attributs du chapitre 16, puis le calcul de leurs résidus : si ceux-ci sont centrés sur zéro, les cinq premiers étaient simplement des ventes bon marché (lecture « bruit ») ; s'ils sont eux aussi négatifs, le micro-marché est réellement moins cher que le secteur et c'est le modèle qui doit être corrigé par un effet de voisinage (chapitre 19). Le chapitre 20 formalise cette démarche par le bootstrap des comparables.

Chapitre 18 — Modèles hédoniques

Solution de l'exercice 18.1 — Lire les coefficients d'un modèle semi-logarithmique

(a) Dans $\ln P = \cdots + 0{,}539\ \ln(S/140) + \ldots$, le coefficient est l'élasticité du prix par rapport à la superficie habitable : une augmentation de 1 % de la superficie, les autres attributs étant constants, élève le prix de 0,539 % environ ; une augmentation de 10 % l'élève de $1{,}10^{0{,}539} - 1 = 5{,}27$ %. L'élasticité inférieure à un signifie que le prix par mètre carré décroît avec la taille, ce qui est la source du biais de l'unité de comparaison discuté au chapitre 16.
(b) Pour le garage, $100\,[\exp(0{,}0324) - 1] = 3{,}29$ % par place, contre $100\,\hat{\beta} = 3{,}24$ % ; la différence de 0,05 point est négligeable parce que le coefficient est petit.
(c) Pour Buckingham, $\exp(-0{,}250) - 1 = -0{,}2212$, soit −22,1 %, alors que $100\,\hat{\beta} = -25$ % : l'approximation surestime la décote de près de trois points. La correction de Kennedy donne $\exp(-0{,}250 - 0{,}072^2/2) - 1 = \exp(-0{,}2526) - 1 = -0{,}2232$, soit −22,3 % ; avec une erreur-type de 0,072, la variance 0,0052 ne déplace l'effet que de 0,2 point.
(d) $(1 + 0{,}0036)^{12} - 1 = 4{,}41$ % par année composée (4,46 % avec le coefficient non arrondi 0,00364), à comparer à la croissance annuelle de 4,43 % qui a servi à engendrer le jeu.

Solution de l'exercice 18.2 — Prix implicites en dollars au sujet

(a) Pour une variable entrée en logarithme, $\partial P/\partial S = \hat{\beta}_{\ln S}\, P/S = 0{,}539 \times 638\,000\,\$/165 = 2\,084\,\$/\mathrm{m}^2$.
(b) L'ajustement exact pour dix mètres carrés de plus est $P[(175/165)^{0{,}539} - 1] = 638\,000\,\$ \times 0{,}03222 = 20\,558\,\$$; dix fois le prix marginal donne 20 841 $. L'approximation linéaire surestime de 283 $ (1,4 %), parce que la fonction est concave : le prix marginal décroît à mesure que la superficie augmente. Pour des écarts de superficie de l'ordre de 10 %, l'approximation est acceptable ; au-delà, on applique la différence finie exacte, comme le fait `traite.cas1.ajustements_hedoniques`.
(c) La dérivée de $\ln P$ par rapport à l'âge est $\hat{\beta}_{\text{âge}} + 2\hat{\beta}_{\text{âge}^2/100}\,\text{âge}/100$. À 28 ans : $-0{,}0051 + 2 \times 0{,}0026 \times 0{,}28 = -0{,}003644$, soit $-0{,}003644 \times 638\,000\,\$ = -2\,325\,\$$ par année ; à 60 ans : $-0{,}0051 + 2 \times 0{,}0026 \times 0{,}60 = -0{,}00198$, soit $-1\,263\,\$$ par année (à prix prédit constant pour la comparaison). La dérivée s'annule à $\text{âge}^* = 0{,}0051/(2 \times 0{,}000026) = 98$ ans : au-delà, le modèle quadratique ferait remonter le prix avec l'âge, ce qui n'a de sens que pour des maisons patrimoniales rénovées et avertit contre l'extrapolation du polynôme hors de l'étendue des âges observés.
(d) Piscine : $638\,000\,\$ \times [\exp(0{,}0263) - 1] = 17\,002\,\$$.

Solution de l'exercice 18.3 — Transformation de Box–Cox et comparaison des formes

(a) Pour $P = 500\,000\,\$$: $\lambda = 1$ donne $(500\,000 - 1)/1 = 499\,999$ (la forme linéaire à une constante près) ; $\lambda = 0{,}5$ donne $(\sqrt{500\,000} - 1)/0{,}5 = (707{,}107 - 1)/0{,}5 = 1\,412{,}2$; $\lambda \to 0$ donne $\ln 500\,000 = 13{,}122$. Les trois échelles sont sans commune mesure, d'où la nécessité du jacobien $(\lambda - 1)\sum \ln P_i$ dans l'équation (18.5) pour comparer les vraisemblances.
(b) L'intervalle $[-0{,}036 ; 0{,}353]$ contient 0 et exclut 1 : la forme semi-logarithmique n'est pas rejetée au seuil de 5 % (le rapport de vraisemblance $2[\ell(\hat{\lambda}) - \ell(0)] = 2{,}5$ est inférieur à $\chi^2_{1;0{,}95} = 3{,}84$), la forme linéaire l'est très nettement ($2[\ell(\hat{\lambda}) - \ell(1)] = 66$). L'estimation ponctuelle $\hat{\lambda} = 0{,}157$ suggère une transformation un peu moins concave que le logarithme, mais rien ne distingue statistiquement les deux ; la semi-log, plus simple et plus interprétable, est retenue.
(c) Le R^2 de la forme linéaire mesure la part expliquée de la variance de P, celui de la semi-log la part expliquée de la variance de $\ln P$: ce sont deux quantités différentes, et le second est mécaniquement avantagé lorsque la distribution des prix est asymétrique. Les statistiques comparables du tableau 18.5 sont la racine de l'erreur quadratique moyenne en dollars, après retransformation (39 907 $ pour la semi-log contre 40 973 $ pour la linéaire), le COD (6,68 contre 6,83) et la prédiction du sujet ; la vraisemblance de Box–Cox, qui inclut le jacobien, tranche formellement en faveur de la semi-log.

Solution de l'exercice 18.4 — Retransformation et intervalle de prédiction

(a) Prédiction naïve : $\exp(13{,}3627) = 635\,839$ \$. Correction de Duan : $635\,839\,\$ \times 1{,}0034 = 638\,000$ \$. Correction log-normale : $\exp(0{,}0830^2/2) = 1{,}003451$, d'où 638 032 \$. Les deux corrections coïncident à 32 \$ près parce que les résidus sont normaux ; toutes deux ajoutent environ 2 200 \$, soit 0,34 %, à la prédiction naïve, qui estime la médiane et non la moyenne.
(b) Variance de prédiction : $\hat{\sigma}^2 + \mathbf{x}_s^{\mathsf{T}} \hat{V} \mathbf{x}_s = 0{,}006889 + 0{,}00010 = 0{,}006989$, écart-type $s_p = 0{,}0836$. La part due à l'estimation des coefficients est $0{,}00010/0{,}006989 = 1{,}4$ %. Intervalle à 95 % : $\exp(13{,}3627 \mp 1{,}96 \times 0{,}0836)$, soit de 539 742 \$ à 749 044 \$; en proportion de la prédiction naïve, −15,1 % et +17,8 %, l'asymétrie venant de la retransformation exponentielle. (Les bornes du texte, 539 682 \$ et 749 087 \$, utilisent les valeurs non arrondies.)
(c) Dix fois plus de ventes diviseraient approximativement par dix le terme $\mathbf{x}_s^{\mathsf{T}} \hat{V} \mathbf{x}_s$, qui passerait de 0,00010 à 0,00001 ; l'écart-type de prédiction deviendrait $\sqrt{0{,}006889 + 0{,}00001} = 0{,}0831$ au lieu de 0,0836, et la demi-largeur relative ne changerait que de 0,1 point. L'intervalle de prédiction est dominé par $\hat{\sigma}$, la dispersion des prix du marché à caractéristiques données, qu'aucune quantité de données ne réduit ; seule une meilleure spécification (variables supplémentaires, structure spatiale) peut le resserrer. L'intervalle de confiance pour la valeur espérée, lui, se resserrerait d'un facteur $\sqrt{10}$.

Solution de l'exercice 18.5 — Étude de ratios

Les ratios $r_i = V_i/P_i$ sont, dans l'ordre des prix croissants : 0,955 ; 0,918 ; 0,925 ; 0,910 ; 0,923 ; 0,899 ; 0,901 ; 0,879 ; 0,869 ; 0,840. Médiane $\tilde{r} = 0{,}906$ (moyenne des cinquième et sixième ratios ordonnés, 0,901 et 0,910) ; moyenne $\bar{r} = 0{,}902$.
COD : la moyenne des écarts absolus à la médiane vaut 0,0243, d'où $COD = 100 \times 0{,}0243/0{,}906 = 2{,}68$.
PRD : $\sum V_i = 4\,845\,000$ \$ et $\sum P_i = 5\,428\,000$ \$, d'où un ratio pondéré de 0,8926 et $PRD = 0{,}902/0{,}8926 = 1{,}011$.
Lecture : le niveau de 0,906 est à la limite basse de la plage 0,90–1,10 de l'IAAO, et il serait hors de la plage de 95 à 105 % du Règlement sur le rôle d'évaluation foncière du Québec ; le PRD de 1,011 est dans la plage 0,98–1,03 ; le COD de 2,68 est *inférieur* à 5,0, ce que la norme signale comme un indice possible de « poursuite des ventes », ou ici, plus simplement, comme l'effet d'un échantillon minuscule et construit. Les ratios décroissent nettement avec le prix (de 0,955 à 0,840) : le PRB est négatif (le script donne −0,075, erreur-type 0,009, hors de la plage ±0,05), ce qui dénote une évaluation régressive, les biens chers étant relativement sous-évalués, alors que le PRD, peu sensible sur dix observations, ne le détecte pas. C'est l'intérêt du PRB, assorti de son erreur-type.

Solution de l'exercice 18.6 — Variables omises

Le script (`ajuster_variantes`, variante « semi-log sans secteurs ») donne : coefficient de la distance au centre −0,0117 au lieu de −0,0036 par kilomètre ; coefficient du terrain 0,042 au lieu de 0,094 ; $\hat{\sigma} = 0{,}104$ au lieu de 0,083 ; $R^2 = 0{,}766$ au lieu de 0,853 ; prédiction du sujet 664 342 $ au lieu de 637 953 $, soit +4,1 %.
Par l'équation (18.8), $\tilde{\beta}_j = \beta_j + \sum_s \gamma_s \delta_{sj}$, où γ_s est la prime (négative) des secteurs périphériques omis et δ_{sj} le coefficient de la projection de leur indicatrice sur le régresseur j. Buckingham et Masson-Angers ont des primes de −0,25 et −0,26 ; leur indicatrice est positivement corrélée à la distance au centre (elles sont les seules ventes au-delà de 3 km du plateau), d'où $\delta > 0$ et un biais négatif sur la distance, qui doit porter seule la décote des secteurs éloignés : le gradient triple. Leur indicatrice est aussi positivement corrélée au logarithme du terrain (terrains médians de 1 200 m² contre 560 m²), d'où un biais négatif sur l'élasticité du terrain, qui tombe de moitié : les grands terrains « paraissent » valoir moins parce qu'ils sont dans les secteurs bon marché. La prédiction du sujet monte parce que Hull, secteur de référence au prix élevé, n'est plus distingué de la moyenne : la constante estimée est celle d'un marché moyen, mais le sujet, situé à 2,1 km, ne reçoit plus la prime relative de Hull par rapport à Gatineau et aux secteurs périphériques, et le gradient gonflé ne la compense qu'en partie.
Omission de la qualité : dans la loi de génération, la qualité est tirée indépendamment des autres attributs, de sorte que $\delta \approx 0$ pour tous les régresseurs ; les coefficients sont presque inchangés (élasticité de la superficie 0,528 au lieu de 0,539, prédiction du sujet 636 689 $, soit −0,2 %), mais $\hat{\sigma}$ passe de 0,083 à 0,098 et le R^2 de 0,853 à 0,797 : l'omission d'une variable orthogonale ne biaise pas, elle dégrade la précision. Sur des données réelles, la qualité est corrélée à l'âge, à la taille et au secteur, et son omission biaiserait ces coefficients.

Solution de l'exercice 18.7 — Le second stade de Rosen et l'identification

(a) Le ménage maximise $\ln x + \alpha \ln S$ sous $x = y - P(S)$. La condition de premier ordre par rapport à S est $\alpha / S = p_S / x$, où $p_S = \partial P / \partial S$; c'est l'équation (18.1) : le prix implicite égale le taux marginal de substitution $(\partial U/\partial S)/(\partial U/\partial x) = (\alpha/S)/(1/x)$. On en tire $\alpha = p_S\, S / x = p_S\, S / [y - P(S)]$: le paramètre de goût d'un ménage se déduit de son choix S, du prix implicite à ce point et de sa consommation résiduelle.
(b) Avec $P(S) = a S^{0{,}539}$ et $P(165) = 638\,000$ $, $p_S(S) = 0{,}539\, P(S)/S$. À 165 m² : 2 084 $/m². À 120 m² : $P(120) = 638\,000 \times (120/165)^{0{,}539} = 537\,400$ $ et $p_S = 0{,}539 \times 537\,400/120 = 2\,414$ $/m². À 220 m² : $P(220) = 745\,000$ $ et $p_S = 1\,825$ $/m². Le prix implicite marginal décroît avec la taille.
(c) Le long de la fonction de prix, $p_S(S) = \beta a S^{\beta - 1}$ est une fonction déterministe de S : la régression de $\ln p_S$ sur $\ln S$ parmi les acheteurs observés a une pente exactement égale à $\beta - 1 = -0{,}461$ et un R^2 de 1, quelle que soit la distribution des α_i dans la population. Chaque acheteur i vérifie $\alpha_i = p_S(S_i) S_i / x_i$, mais cette identité est satisfaite par construction : les couples (p_S, S) ne contiennent aucune information sur la demande au-delà de celle que contient déjà $P(S)$, parce que prix implicite et quantité sont déterminés simultanément par le même équilibre. C'est le problème d'identification de Epple

(1987) ; l'identification exige soit plusieurs marchés où la fonction de prix diffère, soit des restrictions non linéaires (Ekeland et al. 2004). L'évaluateur n'en a pas besoin : sa question porte sur $P(S)$, la fonction de prix du marché observé, non sur les préférences qui l'ont engendrée ; il reste au premier stade.

Solution de l'exercice 18.8 — Indicatrices de période ou tendance ?

(a) $\hat{\beta}_{\text{mois}} = 0{,}00364$: taux mensuel $\exp(0{,}00364) - 1 = 0{,}364$ %, taux annuel composé $\exp(12 \times 0{,}00364) - 1 = 4{,}46$ %.
(b) Sur les quinze trimestres, l'écart absolu moyen entre l'indice par indicatrices et la tendance (base 2023T1 = 100) est de 2,57 % ; l'écart maximal, 5,03 %, est atteint au dernier trimestre (2026T3 : indice 122,0 contre tendance 116,5), qui ne compte que 22 ventes et dont l'intervalle de confiance à 95 % va de 117,7 à 126,5.
(c) Par la tendance : $506\,500\,\$ \times [\exp(0{,}00364 \times 15{,}2) - 1] = 28\,774\,\$$ avec le coefficient non arrondi (0,003635) et une durée arrondie à 15,2 mois ; le chapitre 17 et le chapitre 35 obtiennent 28 733 $ avec la durée exacte de 462 jours (15,18 mois), qui est la valeur de référence de l'ouvrage, l'écart de 41 $ tenant uniquement à l'arrondi de la durée. Par les indices : G0404 a été vendu le 27 mai 2025, en 2025T2 (indice 112,13), et la date d'évaluation tombe en 2026T3 (indice 122,04) ; l'ajustement est $506\,500\,\$ \times (122{,}04/112{,}13 - 1) = 44\,760\,\$$, soit 16 000 $ de plus. La différence provient presque entièrement du dernier trimestre, dont l'indice est 5 % au-dessus de la tendance avec une imprécision de ±3,6 %. Sur ce jeu synthétique, où le marché a réellement crû à taux constant, la tendance est la bonne réponse ; sur un marché réel, un décrochage du dernier trimestre peut être réel (changement de taux, choc d'offre) ou n'être que du bruit, et l'évaluateur confronte l'indice estimé aux indices publiés et aux signaux du marché avant de retenir l'un ou l'autre. Dans le doute, la fourchette entre les deux ajustements (28 774 $ à 44 760 $) entre dans l'analyse d'incertitude du chapitre 20.
(d) Un indice publié (chapitre 35) doit décrire chaque période, y compris les renversements, et il est révisé lorsque de nouvelles ventes arrivent : les indicatrices y sont la norme et le lissage une option déclarée. Un ajustement de grille ne requiert que le rapport entre deux dates, dont l'une est la date d'évaluation, toujours la moins bien renseignée ; une tendance estimée sur douze à vingt-quatre mois y est souvent plus robuste, et le modèle hédonique de référence du cas 1 la retient pour cette raison.

Chapitre 19 — Modèles spatiaux et temporels

Solution de l'exercice 19.1 — Statistique de Moran à la main

La matrice de contiguïté binaire relie chaque maison à ses adjacentes ; après standardisation en ligne, les maisons 1 et 5 donnent un poids de 1 à leur unique voisine et les maisons 2, 3 et 4 un poids de $\frac{1}{2}$ à chacune des deux leurs. La moyenne des résidus est

nulle, donc $\mathbf{z} = \mathbf{e}$. Les décalages spatiaux $(\mathbf{W}\mathbf{z})_i$ sont 0,06 ; 0,04 ; −0,01 ; −0,04 ; −0,08 (par exemple, pour la maison 2 : $\frac{1}{2}(0{,}10 - 0{,}02) = 0{,}04$). Les produits $z_i(\mathbf{W}\mathbf{z})_i$ valent 0,0060 ; 0,0024 ; 0,0002 ; 0,0032 ; 0,0048, de somme $\mathbf{z}^\top\mathbf{W}\mathbf{z} = 0{,}0166$, et $\mathbf{z}^\top\mathbf{z} = 0{,}0240$. Avec $n = 5$ et $S_0 = 5$,

$$I = \frac{5}{5} \cdot \frac{0{,}0166}{0{,}0240} = 0{,}692.$$

L'espérance sous l'hypothèse nulle est $\mathrm{E}[I] = -1/(n-1) = -0{,}25$; la variance de l'équation (19.5) vaut 0,158, d'où $z_I = (0{,}692 + 0{,}25)/0{,}398 = 2{,}37$ (valeur p bilatérale de 0,018). Le signe positif traduit un regroupement : les résidus positifs sont voisins de résidus positifs, les négatifs de négatifs, ce que l'on voit directement sur la rue où les résidus décroissent d'un bout à l'autre. Si les résidus alternaient, par exemple 0,10 ; −0,10 ; 0,10 ; −0,10 ; 0,10, chaque décalage aurait le signe opposé au résidu et l'on trouverait $I = -1$ exactement sur cette configuration : c'est l'autocorrélation négative, celle d'un damier.

Solution de l'exercice 19.2 — Dépendance ou hétérogénéité ?

(a) Dépendance spatiale : un attribut de voisinage omis, le parc, affecte le résidu de toutes les maisons alentour. Remède : ajouter une variable d'accessibilité au parc ; à défaut, un modèle à erreur spatiale ou le krigeage des résidus corrigent la prédiction locale. (b) Hétérogénéité spatiale : le prix implicite du garage varie avec le lieu. Remède : une interaction garage × quartier ou une régression géographiquement pondérée, dont la carte du coefficient du garage montrera la variation. (c) Dépendance par interaction entre les prix : les acheteurs s'ancrent sur les ventes récentes du même développement. Remède : un modèle à décalage spatio-temporel avec une matrice de ventes antérieures, en vérifiant par les tests LM robustes que la dépendance n'est pas, en réalité, un résidu de qualité commun au développement. (d) Hétérogénéité : les coefficients diffèrent entre sous-marchés. Remède : un test de Chow entre arrondissements (chapitre 15), puis des modèles séparés ou une GWR ; si l'écart tient à des variables omises corrélées avec la superficie dans un arrondissement, c'est un problème de spécification plutôt que d'hétérogénéité. (e) Dépendance des ratios d'évaluation : le quartier est sous-évalué au rôle, ce qui signale soit un effet fixe de quartier manquant dans le modèle d'évaluation de masse, soit une variation de marché depuis la date de référence qui lui est propre. Remède : statistique de Moran des ratios par unité de voisinage, puis révision des effets fixes ou des facteurs de localisation (chapitre 9).

Solution de l'exercice 19.3 — Lire les tests LM

Le seuil critique d'une loi du χ^2 à un degré de liberté est 3,841 au niveau de 5 %. Les deux tests simples le dépassent largement (48,2 et 31,5) : il y a dépendance spatiale, mais chacun des tests simples est aussi sensible à l'autre forme, et l'on passe aux versions robustes. La statistique robuste de l'erreur, 17,9, reste très significative ; celle du décalage, 1,2, ne l'est pas, avec une valeur p d'environ 0,27 (à titre de repère, une statistique

de 1,09 a une valeur p de 0,296). La règle séquentielle retient donc le modèle à erreur spatiale : la dépendance réside dans les résidus, ce qui s'interprète comme des attributs de voisinage omis partagés par les maisons proches, écoles, nuisances, qualité du bâti environnant, ou comme une segmentation en sous-marchés que la spécification ignore. Le remède premier est d'enrichir la spécification en variables de localisation ou en effets fixes de quartier ; le SEM corrige l'inférence et la prédiction si l'on ne peut pas. Si les deux statistiques robustes avaient dépassé 20, les deux formes seraient présentes ou, plus vraisemblablement, la spécification serait déficiente (forme fonctionnelle, variables omises corrélées avec les régresseurs) ; on envisagerait un modèle de Durbin spatial, qui emboîte les deux formes, et surtout l'on reverrait les variables avant de conclure à une interaction entre les prix.

Solution de l'exercice 19.4 — Effets directs, indirects et totaux

Par la proposition 19.2, l'effet total moyen vaut $\beta_r/(1-\hat{\rho})$: pour la superficie, $0{,}5571/0{,}5615 = 0{,}992$; pour la qualité, $0{,}0604/0{,}5615 = 0{,}108$. Le multiplicateur spatial est $1/(1-0{,}4385) = 1{,}78$. L'effet indirect de la superficie est la différence entre le total et le direct, $0{,}992 - 0{,}5715 = 0{,}421$. Si l'élasticité vraie est 0,55, l'effet total la surestime de $0{,}992/0{,}55 - 1 = 80\ \%$: les quatre dixièmes d'élasticité attribués aux « retombées » sur les voisines sont un artefact du paramètre ρ, qui ne mesure dans ce jeu de données que la prime de secteur omise. Le seul effet qu'un évaluateur pourrait utiliser pour dériver un ajustement de superficie est l'effet direct, 0,5715, qui reste proche de la vérité parce que la rétroaction d'une maison sur elle-même à travers ses voisines est faible ; encore vaudrait-il mieux utiliser le coefficient d'un SEM (0,5416 dans l'exemple du chapitre) ou du modèle avec indicatrices (0,5391), qui ne reposent pas sur l'hypothèse d'une interaction entre les prix.

Solution de l'exercice 19.5 — Poids d'un noyau gaussien

Avec $k_j = \exp[-\frac{1}{2}(d_j/h)^2]$ et $h = 2$ km, les poids bruts des ventes à 0,5 ; 1 ; 2 et 5 km sont 0,969 ; 0,882 ; 0,607 et 0,044, soit, normalisés à somme unitaire, 0,387 ; 0,353 ; 0,242 et 0,018. Avec $h = 5$ km, les poids bruts sont 0,995 ; 0,980 ; 0,923 et 0,607, normalisés 0,284 ; 0,280 ; 0,263 et 0,173. La vente à 5 km est pratiquement exclue par la bande courte (moins de 2 % du poids) et compte presque autant que les autres avec la bande longue (17 %). La bande courte produit une régression locale fondée sur trois ventes effectives : elle suit fidèlement le marché immédiat (faible biais) mais ses coefficients sont très instables (forte variance), comme une grille de trois comparables ; la bande longue mobilise les quatre ventes, réduit la variance, mais importe l'information d'une vente possiblement située dans un autre sous-marché (biais). C'est l'arbitrage de l'équation (16.7) du chapitre 16 transposé à une pondération continue, et la validation croisée joue le rôle que le jugement de l'évaluateur joue dans le choix du nombre de comparables.

Solution de l'exercice 19.6 — Krigeage ordinaire à trois voisins

Les distances au sujet sont 1, 2 et 3 km ; entre les points, $d_{12} = \sqrt{5} = 2{,}236$, $d_{13} = 4$ et $d_{23} = \sqrt{13} = 3{,}606$ km. Avec $C(h) = 0{,}009\, e^{-h/5}$ pour $h > 0$ et $C(0) = c_0 + c_1 = 0{,}0135$, la matrice des covariances entre points observés et le vecteur des covariances avec le sujet sont

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} 0{,}01350 & 0{,}00575 & 0{,}00404 \\ 0{,}00575 & 0{,}01350 & 0{,}00438 \\ 0{,}00404 & 0{,}00438 & 0{,}01350 \end{bmatrix}, \qquad \mathbf{c}_0 = \begin{bmatrix} 0{,}00737 \\ 0{,}00603 \\ 0{,}00494 \end{bmatrix}.$$

Le système de l'équation (19.20), à quatre équations avec la contrainte $w_1 + w_2 + w_3 = 1$, a pour solution $w_1 = 0{,}466$, $w_2 = 0{,}283$, $w_3 = 0{,}251$ et $\mu = -0{,}0016$. Le résidu krigé au sujet vaut $0{,}466 \times 0{,}08 + 0{,}283 \times 0{,}05 + 0{,}251 \times (-0{,}01) = 0{,}0489$, et la variance de krigeage $C(0) - \mathbf{w}^{\mathsf{T}}\mathbf{c}_0 - \mu = 0{,}0135 - 0{,}00650 + 0{,}0016 = 0{,}00869$, soit un écart-type de 0,093. La moyenne simple des trois résidus est 0,040 et la moyenne pondérée par l'inverse de la distance (poids 0,545 ; 0,273 ; 0,182) est 0,0555. Le krigeage se situe entre les deux et donne au point le plus éloigné un poids de 0,251 contre 0,182 pour l'inverse de la distance, et au plus proche 0,466 contre 0,545. Deux raisons : la pépite, qui représente un tiers de la variance, signifie que chaque résidu observé est bruité, de sorte qu'aucun point ne mérite un poids dominant et que les poids sont aplatis vers la moyenne ; et les points 1 et 2 sont relativement proches l'un de l'autre (covariance 0,00575), donc partiellement redondants, tandis que le point 3, isolé, apporte une information indépendante que le krigeage rémunère. L'inverse de la distance ignore à la fois le bruit et la redondance.

Solution de l'exercice 19.7 — Sensibilité à la matrice et prédiction pour le sujet

La fonction `exercice_7` de `analysis/python/cases/ch19_spatial.py` reproduit les calculs. Le SEM sans indicatrices de secteur donne $\hat{\lambda} = 0{,}507$ avec quatre voisins, 0,649 avec huit et 0,786 avec seize, soit une variation de 55 % du paramètre. L'espérance conditionnelle du résidu au sujet vaut respectivement −0,019, −0,052 et −0,055, et les indications 656 724 $, 633 352 $ et 628 672 $. L'écart entre les indications extrêmes est de 4,4 %, bien moindre que la variation de $\hat{\lambda}$ mais du même ordre que l'écart de 4,1 % entre le modèle sans secteur et le modèle de référence (637 953 $) : la correction de localisation dépend de l'étendue du voisinage, parce qu'un voisinage de quatre ventes mesure le résidu local avec beaucoup de bruit et que le SEM le rétrécit alors davantage vers zéro. Avec une fenêtre de vingt-quatre mois au lieu de douze, la matrice spatio-temporelle ne laisse plus que 16 ventes sans voisine antérieure (contre 18), le voisinage moyen passe de 15,5 à 25,7 ventes et $\hat{\rho}_{\text{st}}$ monte de 0,370 à 0,415 (erreur-type 0,062) : élargir la fenêtre lisse le décalage et, comme pour les matrices spatiales, accroît le paramètre sans que la dépendance sous-jacente ait changé.

Note (environ 200 mots). Un ajustement de localisation dérivé d'un modèle spatial n'est pas un chiffre unique mais le résultat d'une chaîne de choix : spécification des caractéristiques, définition du voisinage (nombre de voisins ou portée, fenêtre temporelle),

forme du modèle (erreur, décalage, krigeage, coefficients locaux) et méthode de retransformation. Le dossier doit déclarer chacun de ces choix et montrer que la conclusion y résiste. Les résultats de cet exercice indiquent que le paramètre autorégressif lui-même ne doit jamais être présenté comme une mesure de l'« effet de voisinage », puisqu'il change du simple au double selon la matrice ; ce qui doit être rapporté, c'est la correction de localisation au sujet, avec sa fourchette selon des voisinages raisonnables (ici, de −1,9 % à −5,4 % en logarithme) et la précision du modèle en validation croisée. Lorsque la fourchette est large, comme ici entre quatre et huit voisins, c'est le signe que le voisinage immédiat du sujet est hétérogène ou mince, et l'évaluateur doit le dire, revenir aux ventes elles-mêmes et vérifier ce qui, dans les quatre plus proches, s'écarte de la tendance du secteur. L'analyse de sensibilité fait partie de la preuve, au même titre que le modèle retenu, et la fourchette qu'elle produit alimente la réconciliation du chapitre 20.

Chapitre 20 — Réconciliation et incertitude

Solution de l'exercice 20.1 — Deux indications indépendantes

Les précisions sont $1/\sigma_1^2 = 1/30\,000^2 = 1{,}111 \times 10^{-9}$ et $1/\sigma_2^2 = 1/12\,000^2 = 6{,}944 \times 10^{-9}$; les poids inverses de la variance valent $w_1 = 1{,}111/(1{,}111 + 6{,}944) = 0{,}1379$ pour la comparaison et $w_2 = 0{,}8621$ pour le modèle. La valeur combinée est $0{,}1379 \times 582\,000 + 0{,}8621 \times 636\,000 = 628\,552$ \$ et son écart-type, par l'équation (20.2) avec $\rho = 0$, $\sqrt{0{,}1379^2 \times 30\,000^2 + 0{,}8621^2 \times 12\,000^2} = 11\,142$ \$, ce qui est aussi $(1/\sigma_1^2 + 1/\sigma_2^2)^{-1/2}$. La moyenne simple vaut 609 000 \$ et son écart-type $\sqrt{0{,}25 \times 30\,000^2 + 0{,}25 \times 12\,000^2} = 16\,155$ \$. La moyenne simple est moins précise que la combinaison optimale (11 142 \$) et même que le modèle seul (12 000 \$), parce qu'elle donne la moitié du poids à l'indication dont la variance est six fois plus grande ; elle reste plus précise que la comparaison seule (30 000 \$), parce que toute moyenne de deux estimateurs indépendants réduit la variance de chacun pris isolément dès que les poids ne sont pas extrêmes. Le gain de la pondération optimale sur la moyenne simple est de 31 % d'écart-type, et la conclusion se déplace de près de 20 000 \$.

Solution de l'exercice 20.2 — Trois intervalles

L'écart-type d'estimation du logarithme est $\sqrt{0{,}00010} = 0{,}0100$ et la demi-largeur à 95 % de l'intervalle de confiance $1{,}96 \times 0{,}0100 = 0{,}0196$, soit 1,96 % ; l'équation (20.6) donne $\exp(13{,}3627 \mp 0{,}0196) \times 1{,}00335$, c'est-à-dire de 625 586 \$ à 650 596 \$. L'écart-type de prédiction est $\sqrt{0{,}00010 + 0{,}0830^2} = \sqrt{0{,}00699} = 0{,}0836$, la demi-largeur $1{,}96 \times 0{,}0836 = 0{,}1639$, soit 16,4 %, et l'intervalle de prédiction (équation (18.16)) $\exp(13{,}3627 \mp 0{,}1639)$, de 539 740 \$ à 749 047 \$ (le chapitre 18 obtient 539 682 \$ et 749 087 \$ avec les valeurs non arrondies). Le rapport des demi-largeurs en logarithme est $0{,}0836/0{,}0100 = 8{,}36$. L'intervalle de confiance porte sur $\mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}_s]$, c'est-à-dire sur la valeur marchande

telle qu'un seul modèle l'estime : c'est lui, et non l'intervalle de prédiction, qui a la nature d'une fourchette de valeur, mais il ne contient que l'incertitude d'estimation des coefficients d'une spécification donnée. L'intervalle de prédiction porte sur le prix d'une transaction future et doit être présenté comme une information sur le prix. Ni l'un ni l'autre n'est la fourchette conclue au section 20.6, 575 000 $ à 640 000 $, parce que celle-ci intègre l'incertitude de spécification du modèle, l'écart entre les méthodes et l'incertitude des poids, qu'aucun intervalle tiré d'un seul modèle ne contient : la fourchette conclue est cinq fois plus large que l'intervalle de confiance et deux fois plus étroite que l'intervalle de prédiction.

Solution de l'exercice 20.3 — Poids optimaux avec corrélation

Avec $\sigma_1 = 30\,000\,\$$ (comparaison) et $\sigma_2 = 12\,000\,\$$ (modèle), l'équation (20.5) donne $w_1^* = (\sigma_2^2 - \rho\sigma_1\sigma_2)/(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2)$, où $\sigma_1\sigma_2 = 360 \times 10^6$. Pour $\rho = 0{,}3$: $w_1^* = (144 - 108)/(1\,044 - 216) = 36/828 = 0{,}0435$, et l'écart-type minimal, par la seconde formule, $\sqrt{900 \times 144 \times (1 - 0{,}09)/828} \times 10^3 = 11\,935\,\$$. Pour $\rho = 0{,}5$: $w_1^* = (144 - 180)/(1\,044 - 360) = -0{,}0526$; pour $\rho = 0{,}6$: $w_1^* = (144 - 216)/(1\,044 - 432) = -0{,}1176$. Le poids devient négatif dès que $\rho > \sigma_2/\sigma_1 = 12\,000/30\,000 = 0{,}40$: au-delà, l'erreur de la comparaison est si bien prédite par celle du modèle que la combinaison optimale l'utiliserait comme correction, en la soustrayant. Un poids négatif n'a pas de sens pour une indication de valeur ; l'évaluateur contraint les poids à $[0, 1]$, ce qui donne $w_1 = 0$ et un écart-type de 12 000 $, c'est-à-dire qu'il ne retient que le modèle et déclare que la comparaison, telle qu'elle a été construite, n'apporte aucune information indépendante. Pour la pratique, le résultat signifie qu'une grille ajustée avec les prix implicites d'une régression estimée sur les mêmes ventes n'est pas une seconde méthode, mais une seconde lecture de la même méthode, d'autant plus redondante que les comparables sont tenus pour certains ; sur le cas 1, la corrélation mesurée comparables fixes, 0,425, dépasse d'ailleurs ce seuil, et seule la variance propre au tirage des candidats, qui ramène la corrélation totale à 0,088, justifie de garder les deux indications.

Solution de l'exercice 20.4 — Un bootstrap à la main

La somme des vingt réplications est 11 723 milliers, d'où une moyenne de 586 150 $; la somme des carrés des écarts à la moyenne vaut $4\,248{,}55 \times 10^6$ et l'écart-type bootstrap, avec $B - 1 = 19$ au dénominateur (équation (20.7)), $\sqrt{4\,248{,}55 \times 10^6/19} = 14\,954\,\$$. Les quantiles par interpolation linéaire (position $q(B-1)+1$ dans la liste triée) : le quantile à 5 % est à la position $0{,}05 \times 19 + 1 = 1{,}95$, soit $561 + 0{,}95 \times (568 - 561) = 567{,}65$ milliers ; le quantile à 95 % est à la position 19,05, soit $611 + 0{,}05 \times (624 - 611) = 611{,}65$ milliers ; l'intervalle percentile à 90 % va donc de 567 650 $ à 611 650 $. L'intervalle à 80 % s'obtient de même aux positions 2,9 et 18,1 : $568 + 0{,}9 \times 3 = 570{,}7$ et $603 + 0{,}1 \times 8 = 603{,}8$ milliers, soit de 570 700 $ à 603 800 $. Vingt réplications suffisent pour l'écart-type parce que celui-ci est une moyenne de carrés sur toutes les réplications, dont l'erreur relative est de l'ordre de $1/\sqrt{2(B-1)} \approx 16\,\%$; elles sont insuffisantes pour les quantiles extrêmes

parce que ceux-ci reposent sur une ou deux observations de queue : le quantile à 5 % est ici déterminé par les deux plus petites valeurs seulement, et une seule réplication de plus ou de moins le déplace de plusieurs milliers de dollars. C'est pourquoi le chapitre utilise $B = 2\,000$ pour les intervalles percentiles.

Solution de l'exercice 20.5 — L'indication par le coût : hypothèses d'usage et extraction

(a) Terrain alloué : $V_L = 0{,}35 \times 575\,565 = 201\,448\,\$$; dépréciation âge-vie : $D = 397\,567 \times 22/60 = 145\,775\,\$$; indication : $201\,448 + 397\,567 - 145\,775 = 453\,240\,\$$. (b) Avec 28 ans sur 75 : $D = 397\,567 \times 28/75 = 148\,425\,\$$ et $V = 201\,448 + 397\,567 - 148\,425 = 450\,590\,\$$. Les deux variantes restent inférieures de plus de 120 000 $ aux indications par comparaison et par le coût du chapitre 24 : des hypothèses d'usage, même adoucies, ne rejoignent pas le marché, parce que la part du terrain y est sous-estimée (le chapitre 24 trouve 50,5 % du prix des maisons récentes) et la dépréciation surestimée (22 % extraite contre 37 à 47 % par âge-vie). (c) Avec $V_L = 277\,000\,\$$, l'équation (20.10) donne, à l'indication par comparaison, $D = 397\,567 - (575\,565 - 277\,000) = 99\,002\,\$$, soit 24,9 % du coût neuf, et, à la prédiction hédonique, $D = 397\,567 - (637\,953 - 277\,000) = 36\,614\,\$$, soit 9,2 %. Pour que le coût rejoigne le modèle avec la dépréciation totale du chapitre 24 (23,91 %, soit 95 066 $), il faudrait un terrain de $637\,953 - (397\,567 - 95\,066) = 335\,452\,\$$, soit 21 % de plus que la valeur extraite ; cette valeur n'est pas absurde, et le chapitre 25 doit trancher. (d) L'accord entre le coût (579 501 $) et la comparaison (575 565 $) n'est pas une confirmation indépendante parce que la dépréciation extraite du marché est, par construction, ce qui ramène le coût déprécié aux prix observés : si l'ensemble des ventes se vendait 10 % plus cher, la dépréciation extraite baisserait et l'indication par le coût monterait d'autant, sans qu'aucune mesure physique du bâtiment ait changé ; le terrain, lui, est extrait de treize ventes du même marché, ramenées à la date par la tendance du même modèle, d'où la corrélation de 0,225 avec la prédiction mesurée au tableau 20.6. Un dossier réel exigerait de confirmer le terrain par des ventes de lots vacants ou par la méthode d'extraction sur des ventes récentes d'autres secteurs comparables (chapitre 25), de vérifier le coût neuf par des soumissions locales ou des prix de maisons neuves décomposés (chapitre 21), et de confronter la dépréciation extraite à l'état constaté du bâtiment par l'inspection (chapitres 11 et 24).

Solution de l'exercice 20.6 — Pondérations alternatives et comparaison élargie

(a) Avec les poids 0,30, 0,55 et 0,15 : $0{,}30 \times 575\,565 + 0{,}55 \times 637\,953 + 0{,}15 \times 579\,501 = 610\,469\,\$$, arrondi à 610 000 $; avec 0,55, 0,30 et 0,15 : 594 872 $, arrondi à 595 000 $. L'écart entre ces deux pondérations défendables est de 15 600 $, soit 2,6 % de la conclusion, et toutes deux restent dans la fourchette conclue. (b) L'indication par comparaison élargie à seize candidats vaut 604 689 $; avec les poids raisonnés, la conclusion devient $0{,}40 \times 604\,689 + 0{,}45 \times 637\,953 + 0{,}15 \times 579\,501 = 615\,880\,\$$, arrondie à 615 000 $. L'effet, +11 650 $, mesure ce que coûte à la conclusion le choix de cinq comparables qui se trouvent être des ventes bon marché : élargir l'échantillon rapproche la comparaison

du modèle et déplace la conclusion vers lui, ce qui est l'arbitrage biais–variance du chapitre 16 appliqué à la réconciliation. (c) En relançant le bootstrap conjoint avec $k = 8$ comparables (fonction `bootstrap`, argument `k`), l'écart-type passe de 18 385 $ à 18 086 $ et l'indication à huit comparables, modèle fixe, vaut 581 413 $. La réduction est faible, bien que l'équation (16.5) fasse attendre une variance divisée par 8/5 pour des comparables de même variance et de même poids : les trois candidats ajoutés ont des ajustements bruts plus élevés, donc des poids plus faibles, de sorte que la somme des carrés des poids diminue peu, et le rééchantillonnage d'un bassin de seize ventes seulement fait réapparaître les mêmes candidats dans la plupart des réplications. *Note* (150 mots). Ces variantes montrent que la fourchette de valeur à communiquer ne peut pas être l'intervalle bootstrap d'une seule configuration : la conclusion se déplace de 595 000 $ à 615 000 $ selon des choix de pondération et d'échantillon tous défendables, et cette plage, de 3,3 % de la valeur, est du même ordre que l'écart-type bootstrap de l'indication par comparaison. La fourchette doit donc contenir au moins la plage des conclusions défendables, ce que fait l'encadrement par les indications crédibles (575 000 $ à 640 000 $), et le rapport doit dire quelles décisions, ici le nombre de comparables et le partage des poids entre la comparaison et le modèle, la gouvernent. L'évaluateur qui ne présente qu'une configuration et son intervalle bootstrap sous-estime l'incertitude de sa propre conclusion d'un facteur deux environ.

Solution de l'exercice 20.7 — Rédiger la conclusion et l'incidence d'une hypothèse

(a) Sous l'hypothèse extraordinaire H (sous-sol exempt d'infiltration), la valeur conclue est $V_{|H} = 605\,000$ $; si H était fausse, $V_{|\neg H} = 605\,000 - 14\,000 = 591\,000$ $. L'incidence (équation (10.4)) est $\Delta V_H = 14\,000$ $, soit 2,3 % de la valeur conclue. Un lecteur qui attribue à H une probabilité $p = 0{,}7$ retiendrait, par l'équation (10.5), $\mathrm{E}[V] = 591\,000 + 0{,}7 \times 14\,000 = 600\,800$ $. (b) Paragraphe (modèle, 190 mots) : « Trois indications ont été obtenues pour le sujet au 1er septembre 2026 : 575 565 $ par la comparaison de cinq ventes vérifiées du secteur de Hull, ajustées par les prix implicites d'un modèle estimé sur 600 ventes ; 637 953 $ par ce modèle ; 579 501 $ par le coût, avec un terrain extrait de treize ventes récentes et une dépréciation extraite du marché. L'écart de 10 % entre la comparaison et le modèle tient à ce que les cinq comparables se sont vendus en moyenne 8,5 % sous leur prix prédit, écart que les onze autres ventes semblables du secteur ne partagent pas ; l'accord entre le coût et la comparaison tient en partie à ce que la dépréciation est extraite des mêmes prix. Nous avons pondéré la comparaison à 40 %, le modèle à 45 % et le coût à 15 %, pour les raisons exposées à la section 7, et nous estimons la valeur marchande à 605 000 $, dans une fourchette de 575 000 $ à 640 000 $; le prix de vente probable se situe entre 540 000 $ et 749 000 $ dix-neuf fois sur vingt. Cette conclusion repose sur l'hypothèse extraordinaire que le sous-sol fini est exempt d'infiltration, non vérifiable derrière les finis ; si elle se révélait fausse, la valeur serait réduite d'environ 14 000 $ (2,3 %). » Le paragraphe expose le traitement de l'information et le raisonnement (règle 2.3, élément 8), décrit la réconciliation vers une conclusion unique sans moyenne (IVS 103, § 10.07) et rappelle l'hypothèse extraordinaire avec son incidence à l'énoncé de la conclusion (élément 7). (c) L'évaluateur ne doit pas remplacer

$V_{|H}$ par $\mathrm{E}[V]$ parce que la valeur marchande est une estimation conditionnelle à un état du bien, non un pari sur cet état : c'est le lecteur, qui connaît ou apprécie p, qui forme l'espérance s'il le souhaite, et c'est pour le lui permettre que la norme exige l'incidence ; une valeur « espérée » mêlerait dans un seul chiffre une opinion sur le marché et une opinion sur l'état du sous-sol, et ne serait plus ni l'une ni l'autre.

Chapitre 21 — Reproduction et remplacement

Solution de l'exercice 21.1 — Conventions d'assiette

Avec $D = 250\,000\,\$$, $\tau_I = 0{,}15$ et $\tau_E = 0{,}10$, les indirects valent $I = 0{,}15 \times 250\,000\,\$ = 37\,500\,\$$ sous les deux conventions.
Assiette directs + indirects (équation (21.3)) : $E = 0{,}10 \times (250\,000\,\$ + 37\,500\,\$) = 28\,750\,\$$ et $C_N = 250\,000\,\$ \times 1{,}15 \times 1{,}10 = 316\,250\,\$$.
Assiette directs seuls (équation (21.4)) : $E = 0{,}10 \times 250\,000\,\$ = 25\,000\,\$$ et $C_N = 250\,000\,\$ \times 1{,}25 = 312\,500\,\$$.
L'écart est $316\,250\,\$ - 312\,500\,\$ = 3\,750\,\$ = D\,\tau_I\,\tau_E = 250\,000\,\$ \times 0{,}15 \times 0{,}10$: c'est l'incitatif calculé sur les seuls indirects. Sous la première convention, les parts (équation (21.5)) sont $D/C_N = 1/(1{,}15 \times 1{,}10) = 79{,}1\,\%$, $I/C_N = 0{,}15/1{,}265 = 11{,}9\,\%$ et $E/C_N = 0{,}10/1{,}10 = 9{,}1\,\%$; elles somment à 100 % aux arrondis près.

Solution de l'exercice 21.2 — Indexation par l'IPCB

Série « maison individuelle », Montréal : $I_{\text{T3 2021}} = 86{,}3$ et $I_{\text{T3 2026}} = 116{,}5$. Par l'équation (21.9), $C_{2026} = 310\,000\,\$ \times 116{,}5/86{,}3 = 418\,482\,\$$, soit une hausse de 35,0 % en cinq ans.
Série « bâtiments non résidentiels » : 85,3 → 114,4, d'où $C_{2026} = 310\,000\,\$ \times 114{,}4/85{,}3 = 415\,756\,\$$. L'écart est de $-2\,726\,\$$, soit $-0{,}65\,\%$; sur cette période les deux séries ont évolué de façon voisine, alors qu'entre le T3 2019 et le T3 2026 l'écart atteint $-5{,}9\,\%$ (tableau 21.4). L'erreur de série n'est donc pas constante : elle dépend de la période, et rien ne permet de la prédire sans consulter les deux séries. Le résultat est un coût de reproduction parce que l'indice transporte dans le temps le prix d'un ouvrage de composition fixe, la maison telle qu'elle a été contractée en 2021 ; les changements de normes survenus depuis (chapitre I du Code de construction fondé sur le CNB 2020, en vigueur depuis le 17 avril 2025) et les substitutions de matériaux qu'un constructeur ferait aujourd'hui n'y figurent pas. Pour obtenir un coût de remplacement, il faudrait réestimer le bâtiment équivalent aux prix et aux normes de 2026.

Solution de l'exercice 21.3 — Reproduction, remplacement et désuétude

Notations de la proposition 21.1 : $C^{\text{util}} = 480\,000\,\$$, $S = 40\,000\,\$$, $C_N^{\text{repro}} = 520\,000\,\$$, $\delta = 0{,}30$, $X = 12\,000\,\$$, $V_L = 150\,000\,\$$.

Base de reproduction. Dépréciation physique : $0{,}30 \times 520\,000\,\$ = 156\,000\,\$$; contribution après dépréciation physique : $364\,000\,\$$. Désuétude fonctionnelle : $(1-\delta)S + X = 0{,}70 \times 40\,000\,\$ + 12\,000\,\$ = 28\,000\,\$ + 12\,000\,\$ = 40\,000\,\$$. Contribution nette du bâtiment : $364\,000\,\$ - 40\,000\,\$ = 324\,000\,\$$; indication : $150\,000\,\$ + 324\,000\,\$ = 474\,000\,\$$.
Base de remplacement. Dépréciation physique : $0{,}30 \times 480\,000\,\$ = 144\,000\,\$$; contribution après dépréciation physique : $336\,000\,\$$. Désuétude fonctionnelle : $X = 12\,000\,\$$ seulement, les surabondances étant déjà exclues du coût neuf. Contribution nette : $324\,000\,\$$; indication : $474\,000\,\$$. Les deux bases concordent.
Erreur. Déduire en outre $40\,000\,\$$ de désuétude à partir du coût de remplacement donnerait une contribution de $336\,000\,\$ - 12\,000\,\$ - 40\,000\,\$ = 284\,000\,\$$ et une indication de $434\,000\,\$$, sous-estimée de $40\,000\,\$$: les éléments surabondants auraient été retirés deux fois, une fois par le choix de la base et une fois par la désuétude. Noter que même sous la base de reproduction, le montant correct à déduire pour les surabondances est $(1-\delta)S = 28\,000\,\$$ et non S, parce que 30 % de leur coût a déjà été retranché en dépréciation physique.

Solution de l'exercice 21.4 — Comparaison unitaire et élasticité de taille

Conversion : $1\,\text{m}^2 = 10{,}7639\,\text{pi}^2$, donc $155\,\$/\text{pi}^2 = 1\,668{,}4\,\$/\text{m}^2$, $215\,\$/\text{pi}^2 = 2\,314{,}2\,\$/\text{m}^2$ et le milieu, $185\,\$/\text{pi}^2$, vaut $c_{\text{réf}} = 1\,991{,}3\,\$/\text{m}^2$.
Ajustement de taille (équation (21.6)) avec $S_{\text{réf}} = 190\,\text{m}^2$, $S = 210\,\text{m}^2$ et $\varepsilon = -0{,}10$: $c(210) = 1991{,}3 \times (210/190)^{-0{,}10} = 1991{,}3 \times 0{,}9900 = 1\,971{,}5\,\$/\text{m}^2$, soit $183{,}2\,\$/\text{pi}^2$. Coût : $1971{,}5 \times 210 = 414\,013\,\$$. Sans correction : $1991{,}3 \times 210 = 418\,178\,\$$; la correction réduit le coût de $4\,164\,\$$, soit 1,0 %, parce que la maison est 10,5 % plus grande que la référence et que le coût total a une élasticité de $1 + \varepsilon = 0{,}90$.
Ce que la fourchette n'inclut pas, d'après la description relayée du guide : le terrain, la finition du sous-sol, et vraisemblablement les coûts indirects du promoteur et l'incitatif, dont le guide précise le traitement dans ses notes méthodologiques, qu'il faut consulter avant tout usage. Le résultat est donc un coût de construction au sens du guide, à compléter avant d'être un coût neuf au sens de l'équation (21.1).

Solution de l'exercice 21.5 — Reclasser la supervision de chantier

Devis d'origine : $D = 298\,826{,}17\,\$$, $I = 62\,598{,}68\,\$$, $\tau_I = 20{,}95\,\%$. Après reclassement de la supervision ($35\,708{,}66\,\$$) : $D' = 334\,534{,}83\,\$$, $I' = 26\,890{,}02\,\$$, $\tau_I' = I'/D' = 8{,}04\,\%$. Le sous-total est inchangé : $D' + I' = 361\,424{,}85\,\$$.
Convention directs + indirects. $E = 0{,}10 \times 361\,424{,}85\,\$ = 36\,142{,}49\,\$$ et $C_N = 397\,567{,}33\,\$$, exactement comme avant : l'incitatif porte sur le sous-total, et le sous-total ne dépend pas de la frontière entre directs et indirects.
Convention directs seuls. Avant reclassement, $E = 0{,}10 \times 298\,826{,}17\,\$ = 29\,882{,}62\,\$$ et $C_N = 391\,307{,}47\,\$$; après, $E' = 0{,}10 \times 334\,534{,}83\,\$ = 33\,453{,}48\,\$$ et $C_N' = 394\,878{,}33\,\$$, soit $3\,570{,}87\,\$$ de plus. Sous cette convention, un simple reclassement comptable modifie le coût neuf, ce qui est un argument de plus en faveur de l'assiette directs plus indirects.

Implication. Un taux d'indirects « de marché » n'a de sens qu'accompagné de la définition des directs sur laquelle il a été mesuré : 20,95 % et 8,04 % décrivent le même projet. Appliquer un taux de 21 % mesuré sur des devis qui classent la supervision en indirect à un coût direct tiré d'un barème qui l'inclut déjà la compte deux fois, et inversement l'omet.

Solution de l'exercice 21.6 — Géométrie et économies d'échelle

Avec $A = 95\,\mathrm{m}^2$, $a = 1\,500\,\$/\mathrm{m}^2$ et $b = 900\,\$/\mathrm{m}$:
Empreinte carrée ($\kappa = 4$) : $P = 4\sqrt{95} = 38{,}99\,\mathrm{m}$; coûts liés au périmètre $bP = 35\,088\,\$$; coûts liés à l'aire $aA = 142\,500\,\$$; part $\omega_P = 35088/177588 = 19{,}76\,\%$; élasticité $\varepsilon = -\frac{1}{2}\omega_P = -0{,}099$; coût unitaire $c = 177588/95 = 1\,869{,}4\,\$/\mathrm{m}^2$.
Empreinte rectangulaire 1 : 2 ($\kappa = 3\sqrt{2} = 4{,}243$) : $P = 41{,}35\,\mathrm{m}$; $bP = 37\,217\,\$$; $\omega_P = 20{,}71\,\%$; $\varepsilon = -0{,}104$; $c = 1\,891{,}8\,\$/\mathrm{m}^2$, soit 1,2 % de plus que le carré. À aire égale, la forme allongée coûte davantage par mètre carré parce qu'elle a plus de périmètre, et l'écart croît avec la part des coûts d'enveloppe ; un plan en L ou avec décrochés accentue l'effet.
Validité de l'élasticité constante. Si l'aire double ($A = 190\,\mathrm{m}^2$, empreinte carrée), le modèle exact donne $c(190) = 1500 + 900 \times 4/\sqrt{190} = 1\,761{,}2\,\$/\mathrm{m}^2$, alors que l'équation (21.6) avec $\varepsilon = -0{,}099$ prédit $1869{,}4 \times 2^{-0{,}099} = 1\,745{,}7\,\$/\mathrm{m}^2$, soit 0,9 % de moins. L'élasticité n'est pas constante : à $190\,\mathrm{m}^2$, elle vaut $-\frac{1}{2} \times 261{,}2/1761{,}2 = -0{,}074$, parce que la part du périmètre diminue quand l'aire croît. L'approximation à élasticité constante reste acceptable pour des écarts de taille modérés (quelques dizaines de pour cent) et surestime les économies d'échelle pour les grands écarts ; c'est pourquoi les barèmes publient des corrections par tranches plutôt qu'une élasticité unique.

Solution de l'exercice 21.7 — Valeur assurable et indication par le coût

Valeur assurable. Les blocs exclus par le contrat sont « Fondations et site » (39 818,04 $, qui contient excavation, fondations, dalle, drain et raccordements) et « Aménagements extérieurs » (16 607,70 $). Coûts directs assurables : $298\,826{,}17\,\$ - 39\,818{,}04\,\$ - 16\,607{,}70\,\$ = 242\,400{,}43\,\$$. En conservant le taux d'indirects du devis (20,95 %) : $I = 50\,778{,}51\,\$$, sous-total $293\,178{,}94\,\$$; incitatif de 10 % : $29\,317{,}89\,\$$; valeur assurable $\approx 322\,497\,\$$, arrondie à $322\,500\,\$$. Le maintien des indirects se justifie parce qu'une reconstruction après sinistre exige plans, permis, assurances de chantier et financement intérimaire ; celui de l'incitatif, parce que l'assuré devra recourir à un entrepreneur général qui n'acceptera le chantier qu'avec une marge de marché. Certains contrats précisent autrement le traitement des honoraires et de la marge, et c'est le contrat qui tranche.
Indication par le coût. Dépréciation totale : $0{,}35 \times 397\,567{,}33\,\$ = 139\,148{,}57\,\$$; contribution du bâtiment : $258\,418{,}76\,\$$; indication : $180\,000\,\$ + 258\,418{,}76\,\$ = 438\,419\,\$$, arrondie à $438\,000\,\$$.
Deux questions différentes. La valeur assurable répond à « combien coûterait de remettre

le bâtiment en état après sa destruction » : elle exclut le terrain et les ouvrages qui survivent à un sinistre, et elle ne se déprécie pas puisque l'assureur reconstruit à neuf. L'indication par le coût répond à « quel prix le marché paierait-il pour ce bien, terrain compris, compte tenu de son âge » : elle inclut le terrain et retranche la dépréciation. Aucune des deux n'est une valeur marchande au sens de l'OEAQ : la première par définition, la seconde parce qu'elle n'est qu'une indication, issue d'une méthode dont la dépréciation est l'hypothèse la plus fragile pour un bâtiment de 28 ans, et qui doit être réconciliée avec la comparaison avant toute conclusion (chapitres 20 et 45).

Chapitre 22 — Métrés et quantités

Solution de l'exercice 22.1 — Conventions de superficie

Dimensions à la face externe : $L = 10{,}40$ m, $W = 9{,}15$ m ; garage $g_x \times g_y = 3{,}66 \times 6{,}10$ m. *Manuel d'évaluation foncière (bloc 07).* Aire au sol $A_0 = 10{,}40 \times 9{,}15 = 95{,}16\ \text{m}^2$; périmètre au sol $P = 2(10{,}40 + 9{,}15) = 39{,}10$ m. Deux étages hors sol : aire des étages $A_{\text{ét}} = 2 \times 95{,}16 = 190{,}32\ \text{m}^2$ (le garage intégré fait partie de l'étage) et périmètre des étages $2 \times 39{,}10 = 78{,}20$ m. Le sous-sol, dont le plancher est à plus de 0,4 m sous le niveau moyen du sol, n'est pas un étage.
Superficie habitable (brute hors garage, équation (22.1)) : $G = 3{,}66 \times 6{,}10 = 22{,}33\ \text{m}^2$ et $A_{\text{hab}} = 190{,}32 - 22{,}33 = 167{,}99\ \text{m}^2$.
Aire nette intérieure (approximation sans cloisons) : chaque étage a une aire intérieure de $(10{,}40 - 0{,}60)(9{,}15 - 0{,}60) = 9{,}80 \times 8{,}55 = 83{,}79\ \text{m}^2$; on retranche au rez-de-chaussée l'aire intérieure du garage, limitée par le mur extérieur (0,30 m) sur deux côtés et par la demi-séparation (0,075 m) sur les deux autres : $(3{,}66 - 0{,}375)(6{,}10 - 0{,}375) = 3{,}285 \times 5{,}725 = 18{,}81\ \text{m}^2$. D'où $A_{\text{nette}} \approx 2 \times 83{,}79 - 18{,}81 = 148{,}77\ \text{m}^2$, soit 88,6 % de la superficie habitable et 78,2 % de l'aire des étages ; les cloisons et la trémie, ignorées ici, abaisseraient encore ce chiffre de quelques pour cent (pour le sujet du chapitre, 82,0 % et 71,2 %).
Pieds carrés : $190{,}32 \times 10{,}7639 = 2\,049\ \text{pi}^2$ et $167{,}99 \times 10{,}7639 = 1\,808\ \text{pi}^2$.

Solution de l'exercice 22.2 — Murs nets d'ouvertures

Aire brute des murs extérieurs (équation (22.4)) : $P \times h_{\text{mur}} \times 2 = 39{,}10 \times 2{,}44 \times 2 = 190{,}81\ \text{m}^2$.
Ouvertures : douze fenêtres de $1{,}20 \times 1{,}40 = 1{,}68\ \text{m}^2$, soit $20{,}16\ \text{m}^2$; deux portes de $0{,}91 \times 2{,}03 = 1{,}847\ \text{m}^2$, soit $3{,}69\ \text{m}^2$; une porte de garage de $2{,}74 \times 2{,}13 = 5{,}84\ \text{m}^2$; total $29{,}70\ \text{m}^2$, soit 15,6 % de l'aire brute. Aire nette : $190{,}81 - 29{,}70 = 161{,}11\ \text{m}^2$.
Un prix unitaire « ouvertures non déduites » s'applique à la quantité brute ; pour produire le même montant que le prix net appliqué à la quantité nette, il doit vérifier $p^{\text{brut}} = p^{\text{net}}\, q^{\text{net}} / q^{\text{brut}}$ (équation (22.8)), soit ici $p^{\text{brut}} = 0{,}844\ p^{\text{net}}$: il est 15,6 % plus bas. La convention brute est courante pour les revêtements parce que la main-d'œuvre des retours, cadrages et solins autour des ouvertures compense approximativement la surface non couverte ; la convention n'est ni meilleure ni pire que l'autre, mais la

quantité et le prix doivent la partager.

Solution de l'exercice 22.3 — Toiture et facteur de pente

Projection horizontale, débords compris : $(10{,}40 + 0{,}80)(9{,}15 + 0{,}80) = 11{,}20 \times 9{,}95 = 111{,}44\,\text{m}^2$; c'est la quantité des fermes, facturées à la projection. Facteur de pente pour 8:12, $p = 8/12 = 0{,}6667$: $\sqrt{1 + 0{,}6667^2} = 1{,}2019$. Surface de couverture (équation (22.5)) : $111{,}44 \times 1{,}2019 = 133{,}93\,\text{m}^2$; quantité de bardeaux à commander avec 10 % de pertes (équation (22.6)) : $133{,}93 \times 1{,}10 = 147{,}33\,\text{m}^2$. Pour un toit à 6:12, le facteur serait $\sqrt{1{,}25} = 1{,}1180$ et la couverture $124{,}59\,\text{m}^2$; le toit à 8:12 couvre $1{,}2019/1{,}1180 - 1 = 7{,}5$ % de plus pour la même projection. Les fermes se mesurent en mètres carrés de projection (c'est ainsi que le fabricant les conçoit et les facture, la pente étant un attribut de la ferme) ; la couverture se mesure en mètres carrés de versant, parce que les bardeaux, la membrane et la main-d'œuvre se comptent à la surface réellement couverte.

Solution de l'exercice 22.4 — Volume d'excavation

Aire du fond de fouille (équation (22.2)) avec $d = 0{,}90$ m : $A(0{,}90) = 95{,}16 + 39{,}10 \times 0{,}90 + 4 \times 0{,}81 = 133{,}59\,\text{m}^2$.
(a) Parois verticales : $V = 133{,}59 \times 2{,}50 = 333{,}98\,\text{m}^3$.
(b) Talus à 0,5 pour 1 : à mi-hauteur le décalage est $0{,}90 + 0{,}5 \times 1{,}25 = 1{,}525$ m, $A = 95{,}16 + 39{,}10 \times 1{,}525 + 4 \times 1{,}525^2 = 164{,}09\,\text{m}^2$; en surface, $0{,}90 + 0{,}5 \times 2{,}50 = 2{,}15$ m, $A = 197{,}72\,\text{m}^2$. Prismoïde (équation (22.3)) : $V = \frac{2{,}50}{6}(133{,}59 + 4 \times 164{,}09 + 197{,}72) = 411{,}53\,\text{m}^3$, soit +23,2 % par rapport aux parois verticales.
(c) Talus à 1 pour 1 : décalages de 2,15 m à mi-hauteur ($A = 197{,}72\,\text{m}^2$) et de 3,40 m en surface ($A = 95{,}16 + 132{,}94 + 46{,}24 = 274{,}34\,\text{m}^2$) ; $V = \frac{2{,}50}{6}(133{,}59 + 4 \times 197{,}72 + 274{,}34) = 499{,}50\,\text{m}^3$, soit +49,6 %.
Le volume excavé varie donc de 334 à 500 m³ selon la seule hypothèse de talus, un écart de 50 % que les tolérances de 5 ou 10 % du métré de contrôle ne peuvent absorber. Le contrôle du poste d'excavation d'un devis dont on ignore les hypothèses n'a de sens que si l'on reconstitue d'abord la convention de l'estimateur (dégagement, talus, profondeur, tranchées comprises ou non) ; à défaut, on compare le prix total du poste à des ratios ($/m² d'aire au sol) plutôt que la quantité. Pour le sujet du chapitre, les hypothèses $d = 0{,}90$ m, $m = 0{,}5$ et $h = 2{,}60$ m reproduisent le devis à 2,6 % près.

Solution de l'exercice 22.5 — Structure d'un prix unitaire installé

Par l'équation (22.7) avec $m = 11{,}50$, $w = 0{,}12$, $h = 0{,}35$ h/m², $s = 62$ $/h (valeur hypothétique) et $e = 0{,}80$: matériaux pertes comprises $11{,}50 \times 1{,}12 = 12{,}88\,\$/\text{m}^2$; main-d'œuvre $0{,}35 \times 62 = 21{,}70\,\$/\text{m}^2$; équipement 0,80 $/m² ; prix avant marge $p = 35{,}38\,\$/\text{m}^2$, dont la main-d'œuvre représente $21{,}70/35{,}38 = 61{,}3$ %. Avec une marge de 15 % : $35{,}38 \times 1{,}15 = 40{,}69\,\$/\text{m}^2$.

Une hausse de 5 % du taux horaire porte la main-d'œuvre à 22,79 \$/m² et le prix avant marge à 36,47 \$/m², soit +3,07 % : l'élasticité du prix au taux horaire est la part de la main-d'œuvre (0,613). Un gain de productivité de 10 % ($h = 0{,}315$) ramène la main-d'œuvre à 19,53 \$/m² et le prix à 33,21 \$/m², soit −6,13 %. Pour un poste à forte intensité de main-d'œuvre comme le tirage de joints, le prix suit donc de près les conventions collectives et la productivité ; pour un poste dominé par le matériau (fenêtres, thermopompe), il suit les prix industriels. L'indice des prix de la construction de bâtiments du chapitre 21 agrège ces deux dynamiques selon la composition d'un bâtiment type ; un devis dont la composition s'en écarte, par exemple parce qu'il comporte beaucoup de finition, s'indexe imparfaitement par cet indice unique.

Solution de l'exercice 22.6 — Propagation des erreurs de métré

Les parts ω_k des 33 postes directs dans $D = 298\,826{,}17$ \$ donnent un indice de Herfindahl $H = \sum_k \omega_k^2 = 0{,}0539$, soit $1/H = 18{,}6$ postes effectifs ; le poste le plus lourd, la charpente, pèse 13,2 %. Par l'équation (22.10), pour $\sigma = 5$ % : $\sigma_D/D = 0{,}05\sqrt{0{,}0539} = 1{,}16$ %, soit $\sigma_D = 3\,468$ \$; pour $\sigma = 10$ %, le double : 2,32 % et 6 936 \$. Trente-trois postes de poids égaux donneraient $H = 1/33$ et $\sigma_D/D = 0{,}05/\sqrt{33} = 0{,}87$ % ; deux postes de poids égaux, $H = 0{,}5$ et $0{,}05 \times 0{,}707 = 3{,}54$ %. Le devis du sujet est donc presque aussi diversifié qu'un devis uniforme de 19 postes. En dollars de coût neuf, avec le multiplicateur $(1+\tau_I)(1+\tau_E) = 1{,}3304$ du chapitre 21 : $3468 \times 1{,}3304 = 4\,613$ \$ pour $\sigma = 5$ % et 9 227 \$ pour $\sigma = 10$ %, soit 1,2 et 2,3 % de C_N.

Une erreur de 5 % sur le périmètre au sol n'est pas protégée parce qu'elle n'est pas indépendante d'un poste à l'autre : elle affecte dans le même sens les fondations, le drain, la charpente des murs, le revêtement, l'isolation, le gypse des murs extérieurs et les gouttières, c'est-à-dire tous les postes proportionnels au périmètre. Pour ces postes, l'équation (22.9) donne une erreur commune de 5 % et la proposition 22.2 place le résultat à sa borne supérieure ; la racine de H ne s'applique qu'aux erreurs non corrélées. C'est pourquoi le métré de contrôle vérifie d'abord les dimensions de base, dont une erreur se propage sans atténuation, avant de vérifier les postes, dont les erreurs se compensent en partie.

Solution de l'exercice 22.7 — Métré de contrôle d'un plain-pied

Dimensions de base : aire au sol $14{,}00 \times 9{,}00 = 126{,}00$ m², périmètre $P = 46{,}00$ m.

Gypse. Plafond net : $(14{,}00-0{,}60)(9{,}00-0{,}60) = 13{,}40 \times 8{,}40 = 112{,}56$ m². Murs extérieurs, face intérieure, nets d'ouvertures (équation (22.4)) : $46{,}00 \times 2{,}44 = 112{,}24$ moins onze fenêtres (18,48 m²) et deux portes (3,69 m²), soit 90,06 m². Cloisons sur deux faces : $38{,}0 \times 2{,}44 \times 2 = 185{,}44$ m². Portes intérieures déduites sur deux faces : $2 \times 9 \times 1{,}847 = 33{,}25$ m². Total : $112{,}56 + 90{,}06 + 185{,}44 - 33{,}25 = 354{,}76$ m², contre 300 au devis, soit +18,2 % : poste à justifier (au-delà de 10 %). La peinture, mesurée sur la même surface, porte le même écart.

Couverture. Projection $(14{,}00 + 0{,}80)(9{,}00 + 0{,}80) = 145{,}04$ m² ; facteur de pente 1,1180 ;

couverture 162,16 m², contre 150 au devis, soit +8,1 % : poste à préciser (entre 5 et 10 %) ; l'écart s'explique si le devis a mesuré sans débords ($126 \times 1{,}118 = 140{,}9$ m²) ou à la projection avec débords (145,0), deux conventions courantes qu'il faut faire préciser.
Effet sur le coût. Aux prix du devis : gypse $54{,}76 \times 27{,}47 = 1\,504{,}26$ $; peinture $54{,}76 \times 10{,}12 = 554{,}17$ $; couverture $12{,}16 \times 61{,}44 = 747{,}09$ $; total $\Delta D = 2\,805{,}52$ $. Avec le multiplicateur de 1,3304 (taux d'indirects et d'incitatif maintenus) : $\Delta C_N = 3\,732{,}46$ $.
Réserve. « Le métré de contrôle effectué à partir du plan coté donne 355 m² de gypse et de peinture contre 300 m² au devis du constructeur (+18 %) et 162 m² de couverture contre 150 (+8 %). Les écarts pourraient provenir d'une convention de mesure différente (déduction des ouvertures, cloisons comptées sur une face, projection sans débords) ou d'une omission ; ils n'ont pu être confirmés auprès de l'estimateur à la date du rapport. Leur effet, aux prix unitaires du devis, est de 2 806 $ sur le coût direct et d'environ 3 700 $ sur le coût neuf, soit moins de 1 % ; le coût neuf retenu n'est pas modifié, mais l'indication par la méthode du coût est considérée comme comportant une incertitude d'au moins cet ordre, en sus de celle des prix et de la dépréciation. »

Chapitre 23 — Coûts directs et indirects

Solution de l'exercice 23.1 — Classer et mesurer

Selon la définition 23.1, l'excavation (12 000 $), la charpente (48 000 $), l'électricité (16 000 $) et le nettoyage et les conteneurs (2 600 $) sont des coûts directs : ils s'incorporent à l'ouvrage ou sont nécessaires à son édification sur le site ; $D = 78\,600$ $. Les honoraires du technologue (9 500 $), le permis (2 800 $), l'assurance de chantier (3 200 $) et les intérêts du prêt de construction (7 400 $) sont des coûts indirects ; $I = 22\,900$ $. Le taux d'indirects vaut $I/D = 22\,900/78\,600 = 29{,}13\,\%$ des directs, ou $I/(D+I) = 22\,900/101\,500 = 22{,}56\,\%$ du sous-total. Avec un incitatif de 10 % de $D+I$, $E = 0{,}10 \times 101\,500$ $ $= 10\,150$ $ et $C_N = 111\,650$ $, soit $D(1+\tau_I)(1+\tau_E) = 78\,600 \times 1{,}2913 \times 1{,}10$.
Deux postes sont à la frontière. L'assurance de chantier est souvent souscrite par l'entrepreneur général et incluse dans ses frais généraux de chantier, donc dans les directs ; reclassée, elle ramène I à 19 700 $ et le taux à 25,06 % des directs, sans changer $D+I$ ni C_N sous l'assiette $D+I$. Le nettoyage et les conteneurs, à l'inverse, sont parfois traités comme frais de projet ; reclassés dans les indirects, ils porteraient le taux à 33,55 %. Le coût neuf est invariant à ces reclassements tant que l'incitatif est assis sur $D+I$; il ne l'est pas sous l'assiette « directs seuls », et c'est pourquoi la convention de classement et l'assiette doivent être déclarées ensemble.

Solution de l'exercice 23.2 — Intérêts intérimaires

Avec $L = 300\,000$ $, $i = 0{,}06$ et $T = 0{,}75$ an : formule continue (équation (23.4)), $I_{\text{fin}} = 300\,000 \times 0{,}06 \times 0{,}75/2 = 6\,750$ $; formule mensuelle (équation (23.5)) avec $n = 9$ tirages, $I^{(9)} = 6\,750 \times 10/9 = 7\,500$ $; avec capitalisa-

tion mensuelle des intérêts, `interets_intermediaires(300000, 0.06, 0.75, "mensuel", capitaliser=True)` donne 7 600,88 $. Le produit iT implicite d'un forfait de 6 750 $ est $2 \times 6\,750/300\,000 = 0{,}045$, soit exactement $0{,}06 \times 0{,}75$.
L'écart entre les variantes tient à la discrétisation : en tirant L/n en début de mois, le solde moyen est $L(n+1)/(2n)$ au lieu de $L/2$, d'où le facteur $(n+1)/n = 1{,}111$ pour neuf mois ; il tombe à 1,042 pour vingt-quatre mois. La capitalisation ajoute l'intérêt sur les intérêts, ici 100,88 $ de plus, et elle n'est pertinente que si le prêteur finance une réserve d'intérêts plutôt que d'exiger leur paiement mensuel. Pour un chantier court, la formule continue est une approximation par défaut de l'ordre de 10 % ; l'échéancier réel des tirages tranche.

Solution de l'exercice 23.3 — Taxes de vente selon le profil de l'acheteur

Prix avant taxes $V = 520\,000$ $. TPS : $0{,}05 \times 520\,000 = 26\,000$ $; TVQ : $0{,}09975 \times 520\,000 = 51\,870$ $; total brut 77 870 $, soit 14,975 % du prix.
Occupant subséquent. La valeur dépasse 450 000 $: le remboursement fédéral général est nul (guide RC4028) ; elle dépasse 300 000 $: le remboursement de la TVQ est nul (Revenu Québec, paramètres partiellement vérifiés). Coût toutes taxes comprises : $520\,000 + 77\,870 = 597\,870$ $.
Premier acheteur. Les travaux ont commencé en septembre 2025, donc après le 20 mars 2025, et la valeur ne dépasse pas un million : le remboursement pour acheteurs d'une première habitation couvre la totalité de la TPS, 26 000 $. La TVQ reste due. Coût : $520\,000 + 51\,870 = 571\,870$ $, soit 9,975 % de taxes nettes.
Investisseur inscrit, activité taxable. Les deux taxes sont récupérées par crédits de taxe sur les intrants ; coût net 520 000 $. Si l'immeuble était destiné à la location résidentielle, activité exonérée, les taxes ne seraient pas récupérables de cette manière et un régime distinct de remboursement pour immeubles locatifs neufs s'appliquerait, que le chapitre n'a pas vérifié.
Habitation de 400 000 $. TPS 20 000 $; remboursement général $36\,\% \times 20\,000 = 7\,200$ $, plafonné à 6 300 $; la valeur se situant entre 350 001 et 449 999 $, le remboursement est réduit. Le guide dit qu'il est « réduit » et renvoie au formulaire sans écrire la règle ; en appliquant une réduction linéaire, $6\,300 \times (450\,000 - 400\,000)/100\,000 = 3\,150$ $. La valeur de 3 150 $ repose donc sur une interprétation (réduction linéaire) ; les montants de 6 300 $ à 350 000 $ et de zéro à 450 000 $ sont, eux, lus dans le guide.

Solution de l'exercice 23.4 — Extraction de l'incitatif et conversion des marges

Par l'équation (23.9), $E = 640\,000 - 170\,000 - 410\,000 = 60\,000$ $. Marge sur le coût total (terrain compris) : $m_c = 60\,000/580\,000 = 10{,}34\,\%$; marge sur le prix : $m_p = 60\,000/640\,000 = 9{,}375\,\%$. Vérification de l'équation (23.8) : $m_c/(1+m_c) = 0{,}10345/1{,}10345 = 0{,}09375$. Si la marge était exprimée sur les seuls coûts de construction, hors terrain, elle vaudrait $60\,000/410\,000 = 14{,}63\,\%$: la même somme s'exprime par trois pourcentages, d'où l'obligation de déclarer l'assiette.

Rendement implicite du capital (équation (23.10)), avec $T = 10/12$ an, le terrain payé au départ et les coûts tirés uniformément : capital moyen engagé $170\,000 + 410\,000/2 = 375\,000\,\$$; $\rho = 60\,000/(0{,}8333 \times 375\,000) = 19{,}2\,\%$ par année.
Ce profit est réalisé, non requis : il dépend du prix de vente obtenu à la livraison, qui a pu être supérieur ou inférieur à ce que le promoteur anticipait au lancement, et il incorpore les intérêts sur le terrain que les coûts de 410 000 $ ne contiennent pas si seul le prêt de construction y figure. L'incitatif requis se mesure sur plusieurs projets, plusieurs promoteurs et une période de marché stable, en corrigeant les coûts de ce qu'ils omettent ; un seul projet n'en est qu'une observation bruitée.

Solution de l'exercice 23.5 — Hausses salariales et indice des coûts

Effet cumulé des deux majorations : $(1{,}08)(1{,}055) - 1 = 13{,}94\,\%$. Par la proposition 23.1 avec $\lambda = 0{,}40$: $\Delta D/D = 0{,}40 \times 0{,}1394 = 5{,}58\,\%$, soit $\Delta D = 16\,663\,\$$ sur $D = 298\,826{,}17\,\$$.
Si indirects et incitatif suivent en proportion, $\Delta C_N = 16\,663 \times 1{,}2095 \times 1{,}10 = 22\,168\,\$$.
Indexation de D par la variation annuelle de l'IPCB de la maison individuelle à Montréal (T3 2025 ⟶ T3 2026, $116{,}5/107{,}3 - 1 = 8{,}57\,\%$) : $\Delta D = 25\,609\,\$$. Les deux chiffres ne mesurent pas la même chose : la première approche isole l'effet des salaires sur quinze mois (juillet 2025 à avril 2026) pour une part de main-d'œuvre supposée, la seconde mesure la variation du prix facturé pour un bâtiment type sur douze mois, matériaux, équipement, frais généraux et marges compris. L'écart de 8 946 $ correspond à ce que les matériaux (béton +15,4 %, acier +13,1 %, maçonnerie +11,6 % dans les divisions de l'indice) et les marges ont ajouté ; il est aussi sensible au choix de λ : avec $\lambda = 0{,}50$, l'effet salarial monte à 6,97 % des directs. La comparaison montre qu'une hausse salariale ne suffit pas à expliquer la hausse de l'indice, et qu'une indexation par les seuls salaires sous-estimerait le coût neuf.

Solution de l'exercice 23.6 — Mise de fonds, capitalisation et échéancier

Coût hors financement $C = 352\,895{,}22\,\$$; mise de fonds $Q = 0{,}25\,C = 88\,223{,}81\,\$$; prêt $L = 0{,}75\,C = 264\,671{,}42\,\$$; $T = 1$ an ; $i = 0{,}0619$.
Mise de fonds d'abord (équation (23.6)) : $t_0 = T\,Q/C = 0{,}25$ an, soit trois mois ; $I_{\text{fin}} = L\,i\,(T - t_0)/2 = 264\,671{,}42 \times 0{,}0619 \times 0{,}75/2 = 6\,143{,}69\,\$$.
Prêt couvrant la totalité des coûts sur douze mois : $352\,895{,}22 \times 0{,}0619 \times 1/2 = 10\,922{,}11\,\$$.
Prêt de 75 % tiré dès le premier jour sur douze mois : $264\,671{,}42 \times 0{,}0619/2 = 8\,191{,}58\,\$$.
La mise de fonds réduit donc les intérêts de deux manières : elle diminue le montant emprunté (de 10 922 $ à 8 192 $) et elle retarde le début des tirages (de 8 192 $ à 6 144 $), le second effet valant exactement le facteur $(1 - Q/C) = 0{,}75$.
Tirages mensuels et capitalisation : avec $n = 9$ mois effectifs et capitalisation des intérêts, `interets_intermediaires(0.75 C, 0.0619, 1.0, "mensuel", capitaliser=True, mise_de_fonds=0.25 C, cout_total=C)` donne 6 921,07 $, soit 12,7 % de plus que la formule continue (facteur 10/9 de discrétisation et intérêts composés).

Coût neuf : en remplaçant le forfait de 8 529,63 $ par 6 143,69 $, les indirects passent à 60 212,74 $, le taux à 20,15 % des directs et $C_N = 298\,826{,}17 \times 1{,}2015 \times 1{,}10 = 394\,942{,}80$ $, soit 2 624,53 $ de moins que le coût neuf du devis.
Profil quelconque. Pour un solde $B(t)$ quelconque, les intérêts simples valent $I_{\text{fin}} = i \int_0^T B(t)\,\mathrm{d}t$, c'est-à-dire i fois l'aire sous la courbe du solde ; le tirage uniforme donne un triangle d'aire $LT/2$. Un profil en S, où les déboursés sont lents au début (permis, excavation), rapides au milieu (structure, enveloppe, mécanique) et lents à la fin (finition, retenues), a un solde inférieur à la droite pendant la première moitié et supérieur pendant la seconde ; si la courbe est symétrique autour du milieu du chantier, l'aire est la même et la formule reste exacte. Si les déboursés sont concentrés tôt (gros œuvre coûteux, matériaux payés à la commande), l'aire et les intérêts dépassent $LT/2$; s'ils sont concentrés tard (retenues de garantie, finition), ils lui sont inférieurs. Pour un immeuble, l'échéancier mensuel des tirages, qui reconstitue $B(t)$ pas à pas, remplace la formule.

Solution de l'exercice 23.7 — Structure des coûts d'un petit immeuble

Hypothèses inchangées : $D = 1\,552\,717{,}60$ $, indirects hors financement 280 945,83 $ (supervision 185 544,21 $, plans 52 583,57 $, permis et études 23 287,01 $, assurances 19 531,04 $), base hors financement 1 833 663,43 $, prêt de 75 % soit 1 375 247,57 $, mise de fonds d'abord ($t_0 = 0{,}25\,T$).
Avec $T = 1{,}5$ an et $i = 0{,}07$: $t_0 = 4{,}5$ mois, durée effective 13,5 mois, $I_{\text{fin}} = 1\,375\,247{,}57 \times 0{,}07 \times 1{,}125/2 = 54\,150{,}37$ $, contre 31 922,93 $ dans le cas de base (douze mois à 6,19 %). Indirects : $280\,945{,}83 + 54\,150{,}37 = 335\,096{,}20$ $, soit 21,58 % des directs (20,15 % dans le cas de base) ; le financement représente 16,2 % des indirects. Incitatif : $0{,}10 \times (1\,552\,717{,}60 + 335\,096{,}20) = 188\,781{,}38$ $. Coût neuf : 2 076 595,18 $, soit 24 450,18 $ de plus que le cas de base (1,2 %), 173 050 $ par logement et 2 517 $/m² de superficie locative (825 m²).
Aucune prime de garantie GCR n'est comptée parce que le plan de garantie obligatoire ne vise que les maisons unifamiliales, les immeubles de deux à cinq logements et les copropriétés d'au plus quatre parties privatives superposées (règlement B-1.1, r. 8, art. 2) ; un immeuble locatif de douze logements n'y est pas assujetti. Les ratios d'indirects du cas 1 sont une hypothèse fragile pour un immeuble parce que la supervision d'un chantier de douze logements n'est pas proportionnelle à celle d'une maison, parce que la conception d'un bâtiment de plus de deux logements fait intervenir des professionnels dont les honoraires sont fixés autrement, parce que le Code de construction impose à un tel bâtiment des exigences (séparations coupe-feu, issues, accessibilité, mécanique commune) qui changent la structure même des directs, et parce qu'un immeuble locatif n'a pas de frais de mise en marché mais peut avoir des frais de location initiale. Un mandat réel exigerait des soumissions d'entrepreneurs ou un barème multilogement sous licence pour les directs, les honoraires contractuels des professionnels, les tarifs municipaux du permis, le taux et les conditions du prêt de construction offerts au promoteur, et une extraction de l'incitatif sur des immeubles neufs vendus dans le même marché.

Chapitre 24 — Dépréciation et désuétudes

Solution de l'exercice 24.1 — Âge-vie et vie restante

Par l'équation (24.5), $D_{\text{phys}} = 320\,000\,\$ \times 15/60 = 80\,000\,\$$, soit 25 % du coût neuf ; la vie économique restante est $60 - 15 = 45$ ans (équation (24.2)).
Âge-vie modifiée (équation (24.6)) : le curable de 9 000 $ est retiré d'abord, puis le ratio s'applique au reste : $(320\,000\,\$ - 9\,000\,\$) \times 15/60 = 77\,750\,\$$; total $9\,000\,\$ + 77\,750\,\$ = 86\,750\,\$$, soit 27,11 %. L'écart avec la méthode simple, $6\,750\,\$ = 9\,000\,\$ \times (1 - 15/60)$, est la part du curable que le ratio n'aurait comptée qu'au quart : le curable est déduit en entier parce que l'acheteur devra le payer en entier, et le reste du bâtiment n'est déprécié qu'une fois.
Âge effectif de 20 ans : méthode simple $320\,000\,\$ \times 20/60 = 106\,666{,}67\,\$$ (33,33 %) ; modifiée $9\,000\,\$ + 311\,000\,\$ \times 20/60 = 112\,666{,}67\,\$$ (35,21 %). Cinq années d'âge effectif déplacent la dépréciation de 26 667 $, soit 8,3 % du coût neuf : l'âge effectif est le paramètre le plus sensible de la méthode, ce qui justifie la convention explicite du chapitre 11 pour le dériver de l'inspection.

Solution de l'exercice 24.2 — Méthode ventilée

Composantes de courte durée (équation (24.7)) : toiture $9\,000\,\$ \times 12/20 = 5\,400\,\$$; fenêtres $18\,000\,\$ \times 10/30 = 6\,000\,\$$; chauffe-eau $1\,500\,\$ \times 8/12 = 1\,000\,\$$; sous-total 12 400 $ pour un coût neuf de 28 500 $.
Base de longue durée : $320\,000\,\$ - 9\,000\,\$ - 28\,500\,\$ = 282\,500\,\$$; dépréciation de longue durée $282\,500\,\$ \times 15/60 = 70\,625\,\$$. Total ventilé : $9\,000\,\$ + 12\,400\,\$ + 70\,625\,\$ = 92\,025\,\$$, soit 28,76 % du coût neuf.
Comparaison avec l'âge-vie modifiée de l'exercice précédent (86 750 $) : écart de 5 275 $. Vérification par la proposition 24.1, dont le premier terme est déjà dans la modifiée : l'écart entre la ventilée et la modifiée est $\sum_k C_k(r_k - r_S) = 9000(0{,}60 - 0{,}25) + 18000(0{,}3333 - 0{,}25) + 1500(0{,}6667 - 0{,}25) = 3150 + 1500 + 625 = 5\,275\,\$$. L'écart est positif parce que les trois composantes sont, en moyenne pondérée, plus avancées dans leur vie utile (ratio moyen $12400/28500 = 0{,}435$) que la structure (0,25).

Solution de l'exercice 24.3 — Carence et surabondance

(a) Carence. Le test de curabilité de l'équation (24.4) compare le coût de la correction, 16 000 $, à la valeur ajoutée, 12 000 $: $K > \Delta V$, la carence est *incurable* au sens économique, puisque personne ne dépensera 16 000 $ pour en récupérer 12 000 $. La désuétude à déduire est alors la perte de valeur constatée sur le marché, 12 000 $, et non l'excès de coût $16\,000\,\$ - 8\,394{,}69\,\$ = 7\,605{,}31\,\$$ qui s'appliquerait si la carence était curable. Si les paires avaient indiqué une valeur ajoutée d'au moins 16 000 $, la carence aurait été curable et la désuétude de 7 605,31 $, comme dans l'exemple intégral.
(b) Surabondance. Sous la base de reproduction, le coût neuf contient la deuxième

cuisine ; la dépréciation physique en a déjà retranché 40 %, et il reste 22 000 $ × 0,60 = 13 200 $ à éliminer, auxquels s'ajoute le coût d'enlèvement de 3 000 $, moins une récupération nulle : $D_{\text{fonc}} = 16\,200$ $. Sous la base de remplacement, la cuisine n'est pas dans le coût neuf (proposition 21.1) et seul le coût d'enlèvement subsiste : $D_{\text{fonc}} = 3\,000$ $. Les deux bases donnent la même contribution du bâtiment, puisque le coût de remplacement est inférieur de 22 000 $ au coût de reproduction et que la dépréciation physique sur ces 22 000 $ vaut 8 800 $: $-22000 + 8800 + 13200 = 0$. Déduire 16 200 $ d'un coût de remplacement serait le double comptage de la section 24.7.

Solution de l'exercice 24.4 — Désuétudes incurables capitalisées

(a) Par l'équation (24.10), le multiplicateur mensuel est $M_m = 12 \times 19{,}82 = 237{,}84$ et $D_{\text{fonc}} = 75 \times 237{,}84 = 17\,838$ $. La part du bâtiment est de 100 % parce que le défaut est propre au bâtiment : le terrain n'y est pour rien et ne perd rien.
(b) Par l'équation (24.13), la perte capitalisée est 6 000 $/0,045 = 133 333,33 $; imputée au bâtiment pour 70 %, $D_{\text{ext}} = 93\,333{,}33$ $, les 40 000 $ restants étant réputés déjà reflétés dans une valeur de terrain tirée du même voisinage. À 5,50 %, la perte capitalisée tombe à 109 090,91 $ et la part du bâtiment à 76 363,64 $: un point de taux déplace la désuétude de 17 000 $, ce qui rappelle que la capitalisation d'une perte hérite de toute l'incertitude du taux. La répartition est nécessaire ici parce que la cause est externe : une artère bruyante déprécie aussi le terrain, et un terrain vacant voisin, s'il servait de comparable, se vendrait déjà moins cher.

Solution de l'exercice 24.5 — Extraction de marché sur quatre ventes

Par l'équation (24.14), $C_B = P - V_L$ et $D = C_N - C_B$:

Vente	Contribution ($)	Dépréciation ($)	Taux (%)	Taux annuel (%/an)
1 (12 ans)	350 000	70 000	16,67	1,389
2 (25 ans)	295 000	95 000	24,36	0,974
3 (41 ans)	240 000	140 000	36,84	0,899
4 (33 ans)	265 000	145 000	35,37	1,072

Moyenne des taux annuels : 1,083 % par année ; médiane : 1,023 %. La vie économique linéaire implicite est $1/0{,}01083 = 92{,}3$ ans. Pour un sujet de 30 ans et un coût neuf de 400 000 $, la dépréciation extraite est $30 \times 0{,}01083 \times 400\,000$ $ = 130 006 $, soit 32,5 %. On note que le taux annuel décroît avec l'âge (1,39 % à 12 ans, 0,90 % à 41 ans), signe de la concavité du profil : la moyenne des taux annuels surestime la dépréciation des bâtiments âgés et sous-estime celle des récents, et un ajustement en fonction de l'âge serait préférable avec davantage de ventes.
Si les terrains avaient été sous-estimés de 20 000 $, chaque contribution du bâtiment serait surestimée d'autant et chaque dépréciation sous-estimée de 20 000 $; en corrigeant, les dépréciations deviennent 90 000, 115 000, 160 000 et 165 000 $, le taux annuel

moyen 1,303 % et la dépréciation du sujet 156 350 $, soit 26 344 $ de plus. Une erreur de 20 000 $ sur le terrain, environ 8 % de sa valeur, déplace la dépréciation extraite de 20

Solution de l'exercice 24.6 — De la courbe hédonique à la dépréciation du bâtiment

(a) Par l'équation (24.16), $d_{\text{tot}}(a) = 1 - \exp(-0{,}005097\,a + 0{,}00002642\,a^2)$: 4,72 % à 10 ans, 11,49 % à 28 ans, 17,20 % à 50 ans. Converties au bâtiment par l'équation (24.17) avec $1-\alpha = 0{,}616$: 7,66 %, 18,65 % et 27,93 %.
(b) Le taux marginal du prix total à 28 ans est $-(\hat\beta_1 + 2\hat\beta_2 \times 28) = 0{,}005097 - 0{,}001480 = 0{,}003617$, soit 0,36 % par année ; rapporté au bâtiment, $0{,}003617/0{,}616 = 0{,}59\,\%$ par année, dans la fourchette d'un demi à un pour cent de Malpezzi et al. (1987).
(c) La dérivée s'annule à $a^* = -\hat\beta_1/(2\hat\beta_2) = 96{,}5$ ans ; au-delà, le polynôme prédit une remontée du prix avec l'âge. Il ne faut pas y lire une appréciation physique : en coupe transversale, l'âge se confond avec le millésime, et les maisons centenaires encore sur le marché sont des survivantes, souvent rénovées ou patrimoniales, situées dans les quartiers centraux (Coulson et McMillen (2008)) ; en outre, pour les terrains de grande valeur, le prix observé incorpore l'option de redévelopper, qui appartient au terrain et ne dépend pas de l'âge du bâtiment (Clapp et Salavei (2010)). Le polynôme est une approximation locale valable sur la plage des données, non une loi de vieillissement.
(d) Il faudrait $1-\alpha = d_{\text{tot}}(28)/(28/60) = 0{,}1149/0{,}4667 = 0{,}246$, soit $\alpha = 0{,}754$: le terrain devrait représenter les trois quarts du prix d'une maison neuve pour que l'âge-vie à 60 ans soit compatible avec la courbe hédonique, alors que l'allocation extraite est de 38 %. Aucune part du terrain plausible ne réconcilie les deux ; c'est la forme de la méthode âge-vie à vie courte, et non l'allocation, qui est en cause.

Solution de l'exercice 24.7 — Double comptage et ordre des déductions

(a) La couverture et les fenêtres figurent déjà parmi les composantes de courte durée de la dépréciation ventilée, dépréciées respectivement de 6 130,62 $ et 15 989,85 $ au titre de leur âge (tableau 24.2). Les déduire de nouveau comme « désuétude fonctionnelle » compte deux fois la même usure : la vétusté est une dépréciation physique, non un défaut de conception, et aucun défaut fonctionnel propre à ces éléments n'est invoqué. La surestimation est de 6 130,62 $ + 15 989,85 $ = 22 120,47 $. Par ailleurs, additionner une désuétude externe à une dépréciation ventilée déjà supérieure de 133 629 $ à ce que le marché retranche aggrave un écart dont la ventilée est elle-même la cause (section 24.8).
(b) Appliquée au coût neuf, la désuétude externe de 10 % vaut $0{,}10 \times 397\,567{,}33\,\$ = 39\,756{,}73\,\$$. Dans l'ordre des conventions, elle s'applique à la base restante $B = 397\,567{,}33\,\$ - 87\,461{,}05\,\$ - 7\,605{,}31\,\$ = 302\,500{,}97\,\$$ et vaut 30 250,10 $. L'erreur d'ordre est de 9 506,64 $, soit, par la proposition 24.2, $\theta(D_{\text{phys}} + D_{\text{fonc}}) = 0{,}10 \times (87\,461{,}05\,\$ + 7\,605{,}31\,\$)$: c'est la désuétude externe comptée sur des dollars déjà déduits.
(c) Dans le marché du cas 1, les bâtiments récents se vendent au-dessus de la somme du terrain et du coût neuf déprécié, et les dépréciations extraites des ventes récentes sont

parfois négatives : le marché paie une prime, il ne souffre pas d'une offre excédentaire ni d'une nuisance. Une désuétude externe doit être démontrée par des ventes appariées ou une perte de revenu attribuable à une cause identifiée, puis répartie entre le terrain et le bâtiment ; un sentiment d'« incertitude » n'en est pas une. L'évaluateur aurait dû consigner son constat dans l'analyse de marché et, s'il le jugeait pertinent, dans la réconciliation du chapitre 45 et la fourchette de valeur du chapitre 20, en pondérant les méthodes ou en élargissant l'intervalle, non en inventant une déduction.

Chapitre 25 — Évaluation du terrain

Solution de l'exercice 25.1 — Unités de comparaison des terrains

Prix par mètre carré : $240000/560 = 428{,}6\ \$/\text{m}^2$; $268000/720 = 372{,}2\ \$/\text{m}^2$; $227500/480 = 474{,}0\ \$/\text{m}^2$. Médiane : $428{,}6\ \$/\text{m}^2$, d'où une indication de $428{,}6 \times 620 = 265\,714\ \$$ pour le sujet.
Prix par mètre de façade : $240000/17 = 14\,118\ \$/\text{m}$; $268000/20 = 13\,400\ \$/\text{m}$; $227500/15 = 15\,167\ \$/\text{m}$. Médiane : $14\,118\ \$/\text{m}$, d'où $14118 \times 20 = 282\,353\ \$$.
Les deux indications divergent de $16\,600\ \$$ (6 %) parce que chaque unité suppose une proportionnalité que le marché ne respecte pas : le prix par mètre carré décroît avec la superficie (le plus petit terrain, $480\ \text{m}^2$, a le prix unitaire le plus élevé, $474\ \$/\text{m}^2$), et le prix par mètre de façade dépend de la profondeur du lot. Le sujet a une façade de 20 m pour $620\ \text{m}^2$, soit un lot moins profond que le terrain de $720\ \text{m}^2$ à 20 m ; l'unité de façade lui attribue le prix d'un lot plus grand. Pour un terrain unifamilial de banlieue, où la façade minimale du règlement de lotissement est respectée par presque tous les lots et où l'acheteur achète d'abord la constructibilité puis de l'espace, le prix par mètre carré avec un ajustement d'élasticité (équation (25.1)) est préférable ; le prix par mètre de façade est réservé aux lots urbains étroits et aux artères commerciales. Dans les deux cas, l'indication brute n'est qu'un repère avant la grille d'ajustements.

Solution de l'exercice 25.2 — Allocation et rôle d'évaluation

(a) Par l'équation (25.5), $\hat{V}_L = 0{,}45 \times 560\,000\ \$ = 252\,000\ \$$.
(b) Le rôle implique une part de $180000/(180000+300000) = 37{,}5\ \%$. Elle peut différer de 45 % pour quatre raisons : la date de référence du rôle (le 1er juillet du deuxième exercice précédant son entrée en vigueur, art. 46 LFM) est antérieure à la date d'évaluation, et les prix des terrains et des bâtiments n'évoluent pas au même rythme ; la valeur du bâtiment au rôle est un coût de remplacement déprécié calculé avec les barèmes du Manuel d'évaluation foncière, non une contribution extraite du marché ; la valeur du terrain au rôle est établie selon l'utilisation la plus probable, qui peut différer de l'usage actuel ; et le ratio de 45 % est une médiane de secteur qui ne tient pas compte des caractéristiques de cette maison. Le ratio du rôle est utile pour comparer la part du terrain entre quartiers, non pour évaluer un terrain donné à la date d'évaluation.
(c) À valeur de terrain donnée V_L, la part $a = V_L/(V_L + C_N - D)$ croît avec la dépréciation

D et décroît avec le coût neuf C_N. Deux maisons sur des terrains identiques de 252 000 $, l'une neuve avec un bâtiment de 400 000 $, l'autre de soixante ans avec un bâtiment déprécié de 160 000 $, ont des parts de terrain de 38,7 % et de 61,2 % ; appliquer 45 % à l'une et à l'autre surestime le terrain de la maison neuve (293 400 $) et sous-estime celui de la vieille maison (185 400 $). L'allocation n'est exacte que pour la propriété « moyenne » du secteur ; elle sert de contrôle de vraisemblance, non d'indication principale.

Solution de l'exercice 25.3 — Extraction et convention de dépréciation

(a) *Âge-vie 60 ans* : $\delta = 24/60 = 0{,}40$; contribution du bâtiment $391729 \times 0{,}60 = 235\,037$ $; terrain $538000 - 235037 = 302\,963$ $. *Dépréciation de marché* : $\delta = 0{,}155$; contribution $391729 \times 0{,}845 = 330\,907$ $ (plus exactement 330 907 $ avec $\delta = 0{,}1553$) ; terrain $538000 - 330907 = 207\,093$ $.
(b) En valeur unitaire : $302963/452 = 670{,}3$ $/m^2 et $207093/452 = 458{,}2$ $/m^2. Transposition au terrain de 620 m² du sujet par $(620/452)^{0{,}50} = 1{,}1712$: 354 826 $ et 242 545 $. Ces deux montants sont ceux de la colonne G0477 du tableau 25.6 ; ils constituent, par coïncidence, les médianes des cinq comparables sous chacune des conventions.
(c) Le prix étant le même, $\hat{V}_L^{\text{âge-vie}} - \hat{V}_L^{\text{marché}} = C_N(\delta^{\text{âge-vie}} - \delta^{\text{marché}}) = 391729 \times (0{,}400 - 0{,}155) = 95\,870$ $: l'écart entre les terrains est exactement l'écart entre les dépréciations en dollars. C'est l'effet de levier de la section 25.1 : le terrain absorbe toute l'incertitude sur le bâtiment. La convention de dépréciation doit donc être cohérente avec les prix dont on part : si le marché paie 538 000 $ une maison de 24 ans dont le coût neuf est 391 729 $ et dont le terrain vaut environ 207 000 $, c'est que le marché ne la déprécie que de 15 %, et une règle âge-vie à 40 % contredit les prix observés. Dans le monde synthétique du cas 1, la dépréciation de marché est de 0,6 à 0,8 % par année, conforme aux estimations de Malpezzi et al. (1987) ; une vie économique de 60 ans impliquerait 1,7 % par année.

Solution de l'exercice 25.4 — Technique résiduelle et effet de levier

(a) $R_B = R_L + 1/n = 0{,}0375 + 1/40 = 6{,}25$ %. Revenu requis par le bâtiment : $0{,}0625 \times 1\,140\,000$ $ = 71\,250$ $. Revenu résiduel du terrain : $89956 - 71250 = 18\,706$ $. Valeur résiduelle : $18706/0{,}0375 = 498\,820$ $, soit 674 $/m² pour 740 m².
(b) Avec $R_L = 4{,}25$ % : $R_B = 6{,}75$ % ; revenu du bâtiment $0{,}0675 \times 1140000 = 76\,950$ $; revenu du terrain 13 006 $; valeur $13006/0{,}0425 = 306\,018$ $. Variation : $306018/498820 - 1 = -38{,}6$ % pour cinquante points de base.
(c) La première élasticité de la proposition 25.1 vaut $-(1 + C_B/\hat{V}_L) = -(1 + 1140000/498820) = -3{,}29$ au cas de base. Une hausse de R_L de 3,75 à 4,25 % est une variation relative de +13,3 % ; l'approximation linéaire prédit $-3{,}29 \times 13{,}3$ % $= -43{,}8$ %, contre −38,6 % en calcul exact, l'écart venant de la convexité de la relation (la pente s'adoucit quand R_L croît). L'ordre de grandeur est confirmé : la technique multiplie par plus de trois l'erreur relative sur le taux du terrain, parce que ce taux divise un résidu qui ne représente que 21 % du revenu net. Un évaluateur qui ne peut fixer R_L à

mieux que cinquante points de base près ne peut pas prétendre à mieux que ±40 % sur le terrain par cette méthode.

Solution de l'exercice 25.5 — Ajustement de superficie : élasticité contre proportionnalité

(a) *Proportionnalité* : prix unitaire $283500/743{,}1 = 381{,}5\ \$/\text{m}^2$, appliqué à $620\ \text{m}^2$: 236 536 $. L'ajustement implicite est de −46 964 $.
(b) *Élasticité 0,50* : $283500 \times (620/743{,}1)^{0{,}50} = 283500 \times 0{,}9134 = 258\,956\ \$$; ajustement de −24 544 $.
Le tableau 25.5 indique pour T004 un ajustement de superficie de −26 006 $, obtenu avec l'élasticité estimée de 0,527 et appliqué sur la base déjà ajustée des conditions du marché ; il est voisin du résultat (b) et presque deux fois plus petit, en valeur absolue, que l'ajustement proportionnel (a). La proportionnalité suppose que chaque mètre carré du terrain de $743\ \text{m}^2$ vaut autant que les autres ; or les 123 mètres carrés qui le séparent du sujet sont des mètres carrés de cour, dont la valeur marginale est bien inférieure à la valeur moyenne. L'ajustement proportionnel exagère donc la correction et sous-estime le terrain du sujet d'environ 22 000 $, soit 8 % ; dans l'autre sens, pour un comparable plus petit que le sujet, il le surestimerait. L'erreur croît avec l'écart de superficie, d'où la règle de borner la taille des comparables (ici ±40 %) avant d'ajuster.

Solution de l'exercice 25.6 — Lotissement : absorption, taux et contribution pour fins de parcs

(a) Avec deux lots par année, le développement dure six ans. Les flux de fin d'année deviennent : année 0, −90 000 $; année 1, produit de deux lots $2 \times 254486 = 508\,972\ \$$, moins viabilisation 780 000 $, taxes 12 000 $, frais de vente 4 % (20 359 $) et profit 15 % (76 346 $), soit −379 733 $; années 2 à 6, $508\,972 - 20359 - 76346$ moins des taxes décroissantes de 10 000 $ à 2 000 $, soit 402 267 $, 404 267 $, 406 267 $, 408 267 $ et 410 267 $. Actualisés à 12 %, ils donnent 877 093 $, contre 1 230 878 $ au cas de base : une baisse de 28,7 %. Deux effets se cumulent : l'étalement des ventes repousse les deux tiers du produit au-delà de la troisième année, et le taux plus élevé pénalise chaque année supplémentaire ; à 10 % avec deux lots par année, la valeur serait de 963 545 $, et à 12 % avec quatre lots par année, de 1 174 024 $. L'absorption pèse davantage que le taux.
(b) Les $1\,000\ \text{m}^2$ cédés auraient formé $1000/625 = 1{,}6$ lot. Vendus la troisième année au prix de 254 486 $, nets de 4 % de frais de vente et de 15 % de profit, ils auraient rapporté $1{,}6 \times 254486 \times 0{,}81 = 329\,814\ \$$, dont la valeur actualisée à 10 % est $329814/1{,}1^3 = 247\,794\ \$$. C'est le coût d'opportunité de la cession pour le promoteur, soit 20 % de la valeur du site brut. (Il faudrait en toute rigueur ajouter la viabilisation de ces lots et un peu de rue ; l'ordre de grandeur demeure.)
(c) Si la municipalité exigeait plutôt une somme, le plafond de l'article 117.4 est 10 % de la valeur du site, soit environ $0{,}10 \times 1\,230\,878\ \$ = 123\,088\ \$$ au cas de base, payable à la délivrance du permis de lotissement ; c'est à peu près la moitié du coût d'opportunité de la cession en terrain. La forme de la contribution modifie donc la valeur du terrain brut d'une centaine de milliers de dollars sur un site de un hectare, et le règlement

municipal, qui fixe la forme et le pourcentage dans la limite de la loi, est une donnée de l'évaluation au même titre que le prix des lots. La valeur du site qui sert d'assiette à la contribution en argent étant elle-même l'inconnue du problème, le calcul est en toute rigueur implicite (V = produit net $-0{,}10\,V$ actualisé) ; l'approximation ci-dessus suffit pour l'ordre de grandeur.

Solution de l'exercice 25.7 — Rente foncière, croissance et réversion

(a) Par l'équation (25.13), la valeur actualisée des quarante rentes croissantes est $\sum_{t=1}^{40} 11000 \times 1{,}02^{t-1}/1{,}05^{t} = 251\,664\,\$$ et celle de la réversion $300000/1{,}05^{40} = 42\,614\,\$$; la valeur du droit du bailleur est de 294 278 $. La somme des rentes croissantes se calcule en forme close comme une annuité au taux ajusté : $\frac{11000}{1{,}05} \cdot \frac{1-(1{,}02/1{,}05)^{40}}{1-1{,}02/1{,}05}$.
(b) La capitalisation perpétuelle de la rente constante donne $11000/0{,}05 = 220\,000\,\$$; la formule de Gordon (25.12), $11000/(0{,}05-0{,}02) = 366\,667\,\$$. Pour dériver Gordon, on écrit la somme des rentes actualisées comme une série géométrique de raison $q = (1+g)/(1+R_L)$: $\sum_{t=1}^{n} \rho_1 q^{t-1}/(1+R_L) = \frac{\rho_1}{1+R_L} \cdot \frac{1-q^n}{1-q}$; lorsque $n \to \infty$ et $q < 1$, c'est-à-dire $g < R_L$, $q^n \to 0$ et la somme tend vers $\frac{\rho_1}{1+R_L} \cdot \frac{1+R_L}{R_L-g} = \frac{\rho_1}{R_L-g}$. Le bail de quarante ans (294 278 $) se situe entre les deux : il capitalise la croissance pendant quarante ans mais pas au-delà, et la réversion de 300 000 $, lointaine, ne vaut que 42 614 $ aujourd'hui. Si la réversion anticipée était égale à la valeur de Gordon à l'échéance, les deux approches coïncideraient.
(c) Dans la décomposition de Capozza et Helsley (1989), la capitalisation de la rente courante (220 000 $) correspond à la valeur d'usage actuelle du terrain, accessibilité comprise ; la différence entre Gordon et cette capitalisation (146 667 $) est la prime de croissance, c'est-à-dire la valeur actualisée des hausses de rente anticipées ; et la valeur du bail fini mesure ce que le bailleur en capte réellement compte tenu des stipulations du contrat. Aucun des trois n'est la valeur du terrain libre : la première ignore la croissance que le marché anticipe, la deuxième suppose une croissance perpétuelle certaine et ignore la valeur d'attente (Titman (1985), Capozza et Helsley (1990)), et la troisième est la valeur d'un droit démembré, celui du propriétaire du fonds grevé d'une emphytéose, dont la rente contractuelle peut en outre s'écarter de la rente de marché. La valeur du terrain libre s'obtient par comparaison avec des terrains vacants ; la capitalisation de la rente la recoupe et la décompose.

Chapitre 26 — Baux et loyers

Solution de l'exercice 26.1 — Calendrier des avis

Bail de douze mois (1er juillet 2026 ⟶ 30 juin 2027). L'avis de modification doit être donné au moins trois mois et au plus six mois avant le terme (Québec 1991, art. 1942) : en décomptant des mois civils, entre le 30 décembre 2026 et le 30 mars 2027. Le locataire qui reçoit l'avis le 30 mars doit refuser dans le mois, soit au plus tard le 30 avril 2027

(Québec 1991, art. 1945) ; à défaut, il est réputé accepter. Le locateur qui reçoit un refus le 30 avril doit demander la fixation dans le mois, soit au plus tard le 30 mai 2027 (Québec 1991, art. 1947) ; à défaut, le bail est reconduit aux conditions antérieures. L'avis de reprise doit être donné au moins six mois avant l'expiration, soit au plus tard le 30 décembre 2026 (Québec 1991, art. 1960). Si le logement est reloué le 1er juillet 2027, le nouveau locataire peut demander la fixation dans les dix jours de la conclusion du bail, soit jusqu'au 11 juillet 2027, ou dans les deux mois du début du bail, soit jusqu'au 1er septembre 2027, s'il n'a pas reçu l'avis du loyer le plus bas des douze mois précédents (Québec 1991, art. 1896 et 1950).

Bail de six mois (1er juillet → 31 décembre 2026). Le bail est de moins de douze mois : l'avis de modification doit être donné au moins un mois et au plus deux mois avant le terme, soit entre le 31 octobre et le 30 novembre 2026 (Québec 1991, art. 1942). Réponse du locataire dans le mois : au plus tard le 31 décembre 2026 si l'avis est reçu le 30 novembre ; demande de fixation dans le mois du refus : au plus tard le 31 janvier 2027. L'avis de reprise d'un bail de six mois ou moins est d'un mois : au plus tard le 30 novembre 2026 (Québec 1991, art. 1960). Relocation le 1er janvier 2027 : fixation jusqu'au 11 janvier 2027 avec avis, jusqu'au 1er mars 2027 sans avis. Le Tribunal présente habituellement la fenêtre d'un bail du 1er juillet comme courant du 1er janvier au 31 mars ; la différence d'un jour tient au mode de décompte et ne change pas l'analyse.

Solution de l'exercice 26.2 — Indicateurs d'un état locatif

Revenu brut potentiel contractuel : $12 \times (850 + 925 + 1180 + 1240 + 1410 + 1495) = 12{\times}7100 = 85\,200\,\$$; au marché : $12{\times}(1100{+}1100{+}1300{+}1300{+}1550{+}1550) = 12{\times}7900 = 94\,800\,\$$; écart annuel 9 600 $. Écart moyen pondéré (26.4) : $\bar{\delta} = 800/7900 = 10{,}13\,\%$, ratio pondéré $\bar{\kappa} = 0{,}8987$. Ratios individuels κ_j : $850/1100 = 0{,}7727$; $925/1100 = 0{,}8409$; $1180/1300 = 0{,}9077$; $1240/1300 = 0{,}9538$; $1410/1550 = 0{,}9097$; $1495/1550 = 0{,}9645$; moyenne simple 0,8916. Part des baux sous le marché (26.5) : à plus de cinq pour cent ($\kappa_j < 0{,}95$), quatre logements sur six ($\pi = 66{,}7\,\%$) ; à plus de dix pour cent ($\kappa_j < 0{,}90$), deux logements (33,3 %) ; à plus de vingt pour cent ($\kappa_j < 0{,}80$), un logement (16,7 %). Écarts mensuels : 250, 175, 120, 60, 140, 55 ; les trois plus grands (250, 175, 140) totalisent 565 sur 800, soit une concentration de 70,6 %. Anciennetés au 1er septembre 2026 : 14, 10, 5, 1, 7, 2 ans ; moyenne 6,5 ans, médiane 6 ans.

La moyenne simple des ratios (0,892) est inférieure au ratio pondéré (0,899) parce que les deux baux les plus en retard sont les deux plus petits logements : leur poids dans la somme des loyers de marché est moindre que leur poids dans le décompte des logements. L'écart pondéré mesure la part du revenu de marché laissée sur la table ; la moyenne simple mesure la situation du logement typique. Lorsqu'elles divergent, le retard est concentré sur une taille de logement, et la rotation de cette catégorie, ici les petits logements, gouverne la valeur de l'écart. Les anciennetés confirment la lecture : les deux baux les plus en retard sont aussi les plus anciens (2012 et 2016).

Solution de l'exercice 26.3 — Normalisation d'un loyer chauffé-éclairé

Le profil de 14 000 kWh s'obtient en multipliant chaque mois du tableau du chapitre par $14/12 = 1{,}1667$: janvier 2216,7 kWh, février 1983,3, mars 1633,3, avril 1166,7, mai 816,7, juin 641,7, juillet 583,3, août 583,3, septembre 700, octobre 991,7, novembre 1341,7, décembre 1341,7. Le seuil de la première tranche est de 40× jours : 1240 kWh pour un mois de 31 jours, 1200 pour 30 jours, 1120 pour février. La seconde tranche s'applique donc en janvier (976,7 kWh au-delà), février (863,3), mars (393,3), novembre (141,7) et décembre (101,7), soit cinq mois et 2476,7 kWh au prix supérieur, contre trois mois et 1400 kWh pour le profil de 12 000 kWh. Le coût de janvier, par l'équation (26.12), est $31\times0{,}46154+1240\times0{,}07065+976{,}7\times0{,}11142 = 14{,}31+87{,}61+108{,}82 = 210{,}74\,\$$; celui de juillet $14{,}31 + 583{,}3\times0{,}07065 = 55{,}52\,\$$. Le coût annuel est de 1 258,54 $, le coût mensuel moyen de 104,88 $, et le loyer nu équivalent (26.11) de $1500 - 104{,}88 = 1\,395{,}12\,\$$.
Par rapport au cas du chapitre (12 000 kWh, 1 073,34 $ par an), la consommation augmente de 16,7 % et le coût de 17,3 % : le coût croît plus que proportionnellement parce qu'une part croissante de l'énergie est facturée à la seconde tranche (17,7 % de la consommation contre 11,7 %), tandis que la redevance, fixe, pèse moins (13,4 % du total contre 15,7 %). Le coût moyen par kilowattheure passe de 8,94 ¢ à 8,99 ¢. Un calcul fondé sur un prix moyen unique se tromperait dans les deux sens selon le profil ; seule la structure à deux tranches, appliquée mois par mois, donne le bon montant à retrancher.

Solution de l'exercice 26.4 — Valeur de l'écart d'un bail ancien

Écart mensuel $1047 - 728 = 319\,\$$; écart annuel net de l'inoccupation $\Delta_1 = 12\times319\times(1-0{,}039) = 3\,678{,}71\,\$$. Par l'équation (26.9), avec $r = 0{,}0725$ et $g = 0{,}035$: à $\rho = 0{,}094$, le dénominateur est $0{,}0725 - 0{,}035 + 0{,}094\times1{,}035 = 0{,}13479$ et la valeur $3678{,}71/0{,}13479 = 27\,292\,\$$; à $\rho = 0{,}15$, le dénominateur est $0{,}0375 + 0{,}15525 = 0{,}19275$ et la valeur 19 085 $. La sommation explicite de la série sur quatre cents termes redonne 27 292 $ à 9,4 %. Durées espérées (26.8) : $1/0{,}094 = 10{,}64$ ans et $1/0{,}15 = 6{,}67$ ans. Annuité certaine de l'écart de première année sur ces durées, $\Delta_1[1-(1+r)^{-n}]/r$: $3678{,}71\times[1-1{,}0725^{-10{,}64}]/0{,}0725 = 26\,643\,\$$ et $3678{,}71\times[1-1{,}0725^{-6{,}67}]/0{,}0725 = 18\,920\,\$$.
Les deux approches diffèrent pour deux raisons de sens opposé. L'annuité ignore la croissance de l'écart à 3,5 %, ce qui la sous-estime ; elle remplace une durée aléatoire par son espérance, et comme la valeur actuelle d'une annuité est une fonction concave de la durée, l'inégalité de Jensen implique que l'annuité sur la durée espérée surestime l'espérance de l'annuité sur la durée aléatoire. Ici la seconde raison l'emporte à peine sur la première et l'annuité est inférieure de deux à trois pour cent à la valeur espérée exacte. L'approche cohérente avec le chapitre 2 est la formule fermée (26.9), qui est celle que ce chapitre dérive pour l'écart agrégé et qui tient compte à la fois de la croissance et de la distribution de la durée ; l'annuité sur une durée donnée est celle que le chapitre 2 utilise lorsque la durée est connue, pour un bail commercial par exemple. Perpétuel, l'écart vaudrait $\Delta_1/(r-g) = 3678{,}71/0{,}0375 = 98\,099\,\$$, cinq fois la valeur à 15 % de rotation : la durée, non le niveau, gouverne la décote.

Solution de l'exercice 26.5 — Loyer économique d'un triplex

Sur la valeur au rôle, le revenu net requis est $RNE^* = 0{,}0317 \times 495000 = 15\,691{,}50\,\$$ (le taux médian exact du module est 3,17 %, arrondi ; le script conserve toutes les décimales). Le revenu brut effectif requis, par l'équation (26.3), est $RBE^* = (15691{,}50 + 15120 + 1800)/(1 - 0{,}04) = 32611{,}50/0{,}96 = 33\,970{,}31\,\$$; le revenu brut potentiel requis, sans autres revenus, $RBP^* = 33970{,}31/(1-0{,}03) = 35\,020{,}94\,\$$; le loyer économique mensuel moyen $35020{,}94/36 = 972{,}80\,\$$. Le loyer contractuel moyen est de $41832/36 = 1\,162\,\$$ et le loyer de marché moyen de $49332/36 = 1\,370{,}33\,\$$.

Sur la valeur par capitalisation directe du revenu net contractuel, $V = RNE/R = 22033{,}96/0{,}0317 = 695\,078\,\$$, la chaîne redonne $RBP^* = 41\,832\,\$$ et un loyer économique de $1\,162\,\$$, identique au loyer contractuel : c'est l'identité annoncée au chapitre, la capitalisation et le loyer économique étant la même opération lue dans les deux sens.

Interprétation : au taux global médian des ventes de plex du secteur, la valeur au rôle de $495\,000\,\$$ n'exige que $973\,\$$ par mois et par logement, soit nettement moins que les loyers en place ; autrement dit, le prix implicite des ventes de plex du secteur est très supérieur au rôle, ce que le ratio $V/\text{rôle} = 695078/495000 = 1{,}40$ confirme, et ce que le chapitre 46 relie à la date de référence du rôle (1er juillet 2023) et à la hausse des prix des plex depuis. Le loyer économique ne dit pas ce que le marché locatif paiera ; il dit quel niveau de loyer rend un prix donné compatible avec le rendement exigé, et permet ici de constater que les acheteurs de plex paient pour le potentiel de rattrapage (écart de $7\,500\,\$$ par an) et pour l'occupation possible, non pour le revenu en place.

Solution de l'exercice 26.6 — Immeuble neuf et loyer maximal des cinq ans

Taux maximal (26.7) : $\bar{g} = (1850/1600)^{1/5} - 1 = 1{,}15625^{0{,}2} - 1 = 2{,}95\,\%$. Trajectoires des loyers mensuels des années 1 à 5 : indexation à 3,1 % : 1600, 1649,60, 1700,74, 1753,46, 1807,82 ; saut au loyer maximal dès la deuxième année : 1600, 1850, 1850, 1850, 1850 ; croissance régulière à 2,95 % : 1600, 1647,14, 1695,67, 1745,63, 1797,06. Valeurs actuelles des loyers annuels des années 1 à 5 à 7,25 %, $\sum_t 12L_t/(1{,}0725)^t$: $82\,846\,\$$ pour l'indexation, $87\,621\,\$$ pour le saut, $82\,609\,\$$ pour la croissance régulière. Le plafond n'est pas atteint par la trajectoire à 3,1 % avant la fin de la cinquième année ($1807{,}82 < 1850$) ; il le serait la sixième (1863,86), mais la restriction a alors cessé de s'appliquer et le logement retombe dans le régime général.

Si le bail ne mentionne pas le loyer maximal, la restriction est inopposable au locataire (Québec 1991, art. 1955, mod. 2024, c. 2) : le locataire peut refuser toute hausse et demander la fixation, et la trajectoire de base redevient celle des critères du règlement, dont le pourcentage de base. L'évaluateur retient comme trajectoire de base, pour un bail qui contient la clause, une croissance proche de celle des loyers de marché du secteur bornée par le loyer maximal, parce que c'est ce que la clause autorise et que les locataires d'un immeuble neuf, payant déjà le marché, n'ont pas de raison d'accepter plus que le marché ; le saut immédiat au plafond est une borne haute qui suppose que le loyer maximal soit lui-même au niveau du marché à venir, et la croissance au pourcentage de base est une borne basse. L'écart de valeur actuelle entre les bornes,

4 775 $ sur cinq ans pour ce logement, mesure la valeur de la clause pour le locateur ; elle est modeste lorsque le loyer maximal est proche du loyer initial, considérable lorsqu'il en est éloigné, et nulle lorsque la mention manque.

Solution de l'exercice 26.7 — Bail commercial au rez-de-chaussée

Loyer net équivalent (26.13) : $36000 - 9500 = 26\,500$ $ par an ; loyer brut au mètre carré $36000/110 = 327{,}27$ $ et loyer net au mètre carré $26500/110 = 240{,}91$ $ par année. Valeur actuelle de cinq loyers nets fixes à 7,25 % : $26500 \times [1 - 1{,}0725^{-5}]/0{,}0725 = 107\,932$ $. Flux résidentiel : loyer annuel net de l'inoccupation la première année $1292 \times 12 \times (1 - 0{,}039) = 14\,899{,}34$ $, croissant de 3,5 % par an ; valeur actuelle $\sum_{t=1}^{5} 14899{,}34 \times 1{,}035^{t-1}/1{,}0725^{t} = 64\,770$ $. Le rapport est de 1,67 : le local vaut, sur cinq ans de flux bruts de dépenses, deux tiers de plus qu'un logement de marché moyen.
Ce rapport ne suffit pas à comparer les deux droits. Les flux ne sont pas de même nature : le loyer net commercial est brut des dépenses que le locataire ne récupère pas et des frais de gestion, le loyer résidentiel l'est de toutes les dépenses de l'immeuble ; il faut ramener les deux à un revenu net d'exploitation. La durée diffère : le flux commercial est fixe par contrat pendant cinq ans puis dépend de l'option, exerçable par le locataire au loyer du marché alors en vigueur, c'est-à-dire d'une option qui ne sera exercée que si elle lui est favorable, tandis que le flux résidentiel est reconduit de plein droit et borné par la fixation mais pratiquement sans terme. Le risque de crédit n'a pas d'équivalent résidentiel : la défaillance d'un commerce fait perdre plusieurs mois de loyer et entraîne des frais de relocation et d'aménagement, alors que la vacance d'un logement se compte en semaines dans un marché à 2,9 % d'inoccupation. La vacance à l'échéance d'un bail commercial peut durer des mois et coûte des commissions et des allocations d'aménagement. Enfin, en fixation des loyers des logements, le règlement n'attribue au local non résidentiel aucune part des dépenses d'immobilisation (Québec 1985c, art. 5) : les travaux à l'immeuble se répercutent sur les loyers des logements seuls, ce qui modifie la répartition du revenu futur entre les deux usages. L'évaluateur analyse donc le local avec les outils des immeubles commerciaux, taux de capitalisation propres, provision pour vacance à l'échéance et coûts de relocation, et les logements avec ceux du présent chapitre, avant de réunir les deux dans le revenu net de l'immeuble.

Chapitre 27 — Revenus potentiels, vacance et pertes

Solution de l'exercice 27.1 — Revenu brut potentiel et déficit de loyer

Les loyers contractuels totalisent $895 + 910 + 1040 + 1150 + 1225 + 1310 = 6\,530$ $ par mois et les loyers de marché $1100 + 1100 + 1150 + 1250 + 1300 + 1350 = 7\,250$ $. Par l'équation (27.1), $RBP_c = 12 \times 6530 = 78\,360$ $ et $RBP_m = 12 \times 7250 = 87\,000$ $. Le déficit de loyer de l'équation (27.2) est $\Delta_L = 87000 - 78360 = 8\,640$ $, soit $\delta_L = 8640/87000 = 9{,}93$ % du RBP au marché. Les écarts relatifs par logement, $1 - L_i/M_i$, sont de 18,6 %, 17,3 %, 9,6 %, 8,0 %, 5,8 % et 3,0 % : les deux premiers logements, vraisemblablement

occupés par les locataires les plus anciens, portent plus de la moitié du déficit. Pour la capitalisation directe, on retient le RBP contractuel de 78 360 $: l'acheteur acquiert le droit du locateur grevé des baux (art. 1937 C.c.Q.) et n'encaissera pas davantage la première année ; le déficit de 8 640 $ est un potentiel que le marché valorise par le taux ou que les flux actualisés modélisent par la rotation, non un revenu à capitaliser.

Solution de l'exercice 27.2 — Trois conventions de revenu brut effectif

Avec $RBP_c = 78\,360\,\$$, $v = 4\,\%$ et $R_{\text{autres}} = 4\,800\,\$$, la provision est $0{,}04 \times 78360 = 3\,134{,}40\,\$$. Convention de l'ouvrage (équation (27.6)) : $RBE = 78360 \times 0{,}96 + 4800 = 75225{,}60 + 4800 = 80\,025{,}60\,\$$. Convention « v sur tous les revenus » : $RBE' = (78360 + 4800) \times 0{,}96 = 79\,833{,}60\,\$$, soit 192 $ de moins, ce qui est exactement $v \times R_{\text{autres}} = 0{,}04 \times 4800$. Convention intermédiaire (moitié de la provision sur les autres revenus) : $RBE'' = 75225{,}60 + 4800 \times (1 - 0{,}02) = 79\,929{,}60\,\$$. Les écarts sont de 0,24 % et 0,12 % du RBE : négligeables sur le revenu d'un immeuble dont les autres revenus pèsent six pour cent, mais systématiques, et leur effet sur un taux extrait des comparables est du même ordre que la précision recherchée. La règle qui prime est la symétrie : la convention appliquée au sujet doit être celle qui a servi à reconstituer le revenu des ventes dont on extrait les taux et les multiplicateurs.

Solution de l'exercice 27.3 — Inoccupation frictionnelle à Québec

Par l'équation (27.4), avec $\rho = 0{,}13$: $v_f = 0{,}13 \times 1/12 = 1{,}083\,\%$ pour un mois de vacance et $0{,}13 \times 1{,}5/12 = 1{,}625\,\%$ pour un mois et demi. En ajoutant 0,5 % de créances, la provision totale est de 1,58 % ou 2,13 %, dans les deux cas inférieure au taux d'inoccupation de 2,4 % mesuré par la SCHL. La durée qui reproduirait exactement 2,4 % par la seule friction est $d = 0{,}024 \times 12/0{,}13 = 2{,}2$ mois. L'écart entre les deux mesures tient à leur nature : la vacance frictionnelle est un flux annuel propre à l'immeuble, qui dépend de la durée de relocation ; le taux d'octobre est un état instantané de l'ensemble du parc de la RMR, qui compte aussi les logements structurellement invendus au loyer demandé (en 2025, surtout dans l'offre neuve et chère) et qui, à Québec comme à Montréal, est pris en basse saison, trois mois après le 1er juillet. Un immeuble de quartier à loyers modestes peut donc avoir une vacance économique inférieure au taux régional, à condition que ses créances soient faibles ; la provision de 3 % du cas 2 (2,4 % + 0,6 %) est prudente par rapport à ce calcul, ce qui est délibéré pour un dossier d'évaluation.

Solution de l'exercice 27.4 — Concession et double comptage

Par l'équation (27.5), le loyer effectif est $L^{\text{eff}} = 1300 \times (12 - 1)/12 = 1\,191{,}67\,\$$ par mois et le revenu annuel effectif $12 \times 1191{,}67 = 14\,300\,\$$, soit onze mois de loyer. Le collègue qui inscrit 14 300 $ dans le RBP et retranche encore 1/12 obtient $14300 \times 11/12 = 13\,108{,}33\,\$$, soit 1 191,67 $ de moins que le revenu correct : il a compté la concession deux fois, erreur

de 8,3 % sur ce logement. Un bail de vingt-quatre mois avec deux mois gratuits donne $1300 \times 22/24 = 1\,191{,}67\,\$$, le même loyer effectif, parce que la proportion de mois gratuits est identique ($2/24 = 1/12$) ; la différence est que la concession est étalée sur deux ans et que le loyer nominal de 1 300 $ ne sera atteint, à la reconduction, qu'au bout de vingt-quatre mois. Si les comparables ont été analysés sur loyers nominaux, avec les concessions dans la provision, le sujet doit l'être de la même façon : RBP à 15 600 $ et $v^{\text{concessions}} = 1/12$, ce qui redonne 14 300 $; l'important n'est pas la convention mais sa symétrie.

Solution de l'exercice 27.5 — Le triplex du cas 2

Les loyers mensuels sont de 1 047, 1 188 et 1 251 $, total 3 486 $, et les loyers de marché estimés de 1 430, 1 430 et 1 251 $, total 4 111 $. $RBP_c = 12 \times 3486 = 41\,832\,\$$; $RBP_m = 12 \times 4111 = 49\,332\,\$$; déficit $\Delta_L = 7\,500\,\$$, soit $\delta_L = 15{,}2\,\%$. La provision de 3 % vaut $0{,}03 \times 41832 = 1\,254{,}96\,\$$ et, sans autres revenus, $RBE = 41832 \times 0{,}97 = 40\,577{,}04\,\$$, soit 13 525,68 $ par logement. Aux loyers de marché, $RBE_m = 49332 \times 0{,}97 = 47\,852{,}04\,\$$. Le taux d'occupation économique de l'équation (27.7) est $\theta = 40577{,}04/49332 = 82{,}3\,\%$, ou encore $0{,}97 \times (1 - 0{,}152)$. Dans la convention « occupant », le loyer du rez-de-chaussée ($12 \times 1047 = 12\,564\,\$$) est compté sans provision et les deux logements loués ($12\times(1188+1251) = 29\,268\,\$$) subissent la provision de 3 % : $RBE = 12564+29268\times0{,}97 = 40\,953{,}96\,\$$, soit 376,92 $ de plus. Cette convention ne suffit pas, parce que le logement occupé par l'acheteur ne vaut pas son loyer contractuel de 1 047 $, inférieur de 26,8 % au marché : sa valeur est une valeur d'usage que l'acheteur-occupant compare au coût d'un logement équivalent, et le chapitre 32 montre que la comparaison par logement et le multiplicateur pèsent davantage que la capitalisation pour ce type d'immeuble.

Solution de l'exercice 27.6 — Projection d'un petit immeuble sous encadrement

Année 1 : loyers de 900, 950, 1 000 et 1 100, $RBP = 12 \times 3950 = 47\,400\,\$$; marché 1 200 $, $RBP_m = 57\,600\,\$$, écart 17,7 %. Année 2 : le marché passe à $1200 \times 1{,}035 = 1\,242\,\$$; le logement à 900 $ (rapport 900/1242 le plus faible) se libère et est reloué à 1 242 $; les autres sont indexés de 3,1 % : 979,45, 1 031 et 1 134,10 ; $RBP = 12 \times 4386{,}55 = 52\,638{,}60\,\$$; $RBP_m = 59\,616\,\$$; écart 11,7 %. Année 3 : marché 1 285,47 ; le logement à 979,45 se libère et passe à 1 285,47 ; les autres deviennent 1 280,50, 1 062,96 et 1 169,26 ; $RBP = 57\,578{,}28\,\$$, $RBP_m = 61\,702{,}56\,\$$, écart 6,7 %. Année 4 : marché 1 330,46 ; le logement à 1 062,96 se libère ; loyers 1 320,20, 1 325,32, 1 330,46 et 1 205,50 ; $RBP = 62\,177{,}79\,\$$, $RBP_m = 63\,862{,}15\,\$$, écart 2,6 %. Avec l'indexation seule, le RBP vaudrait 47 400, 48 869,40, 50 384,35 et 51 946,27 $: en quatre ans, la rotation d'un logement par an a ajouté 10 231,52 $ au RBP de l'année 4, soit 19,7 %. L'ordre des départs est favorable au locateur parce qu'il libère d'abord le loyer le plus bas, donc le gain de rattrapage le plus élevé ; en réalité, les locataires les plus sous le marché ont le plus à perdre à déménager et partent moins souvent, de sorte que la trajectoire effective se situe entre celle-ci et une trajectoire à départs aléatoires ou inversés.

Solution de l'exercice 27.7 — Provision et valeur

En appelant `traite.cas3.rne` avec la provision modifiée et en capitalisant au taux médian de 4,415 %: à $v = 2{,}9\,\%$, provision 4 800,66 \$, $RBE = 170\,099{,}34$ \$, $RNE_1 = 91\,544{,}94$ \$, $V = 2\,073\,497{,}99$ \$; à $v = 3{,}9\,\%$ (dossier), $RBE = 168\,443{,}94$ \$, $RNE_1 = 89\,955{,}75$ \$, $V = 2\,037\,502{,}89$ \$; à $v = 5{,}9\,\%$, provision 9 766,86 \$, $RBE = 165\,133{,}14$ \$, $RNE_1 = 86\,777{,}38$ \$, $V = 1\,965\,512{,}67$ \$. La hausse d'un point abaisse la valeur de 35 995,11 \$ et celle de deux points de 71 990,22 \$, exactement le double : la relation est linéaire. L'équation (27.10) le prévoit : $\partial V/\partial v = -RBP_c(1-\gamma)/R = -165540 \times 0{,}96/0{,}04415 = -3\,599\,511$ \$ par unité de v, soit −35 995 \$ par point, le facteur $(1-\gamma) = 0{,}96$ traduisant la gestion imputée à 4 % du RBE, qui diminue avec lui. La sensibilité à v est linéaire parce que v entre au numérateur de $V = RNE_1/R$ par une fonction affine ; celle au taux ne l'est pas parce que R est au dénominateur, d'où la convexité étudiée au chapitre 29 : un quart de point de taux déplace la valeur de cinq à six pour cent, un point de provision de 1,8 %.

Solution de l'exercice 27.8 — Lire les tableaux de la SCHL pour un immeuble donné

Dans la RMR de Montréal, l'inoccupation du quatrième quartile de loyer (4,9 %) est $4{,}9/1{,}3 = 3{,}8$ fois celle du premier quartile (1,3 %). Sur l'île, le loyer moyen des logements inoccupés dépasse celui des logements occupés de $1573/1275 = 1{,}234$, soit 23,4 %, pour l'ensemble des logements, et de $1815/1349 = 1{,}345$, soit 34,5 %, pour les deux chambres. Pour un immeuble de 2019 de quarante logements au quartile supérieur, ces tableaux suggèrent trois choses. Le loyer de marché des logements vacants ne doit pas être pris au loyer demandé : la prime de 20 % du propriétaire sur les loyers en place est du même ordre que la prime observée des logements inoccupés sur les logements occupés, laquelle mesure précisément les loyers que le marché n'a pas encore acceptés ; le loyer de marché se vérifie par les baux effectivement signés dans l'immeuble et le quartier au cours des derniers mois. La provision v doit partir d'une borne inférieure bien supérieure au taux régional : 3,4 % pour les 20 à 49 logements de la RMR, 4,9 % pour le quartile supérieur, 5,6 % pour les immeubles construits depuis 2015, ce qui situe le segment entre 4 % et 6 % avant créances et concessions, et la détente prévue par la SCHL pour 2026-2028 pousse dans le même sens. Enfin, la durée de relocation doit être supposée plus longue que le mois des petits immeubles de quartier, et la rotation plus élevée (9,4 % à 12,3 % pour les immeubles de 20 à 99 logements), ce qui, par $v_f = \rho d/12$, donne à lui seul deux à trois points de friction si les logements restent vides deux ou trois mois. La justification écrite indiquera la source (SCHL, octobre 2025, tableaux 1.3.1, 1.4, 1.2.1 et 1.1.9), la lettre de qualité des cellules utilisées, le raisonnement par couches et l'intervalle retenu, par exemple 5 % à 7 %, avec la sensibilité de la valeur correspondante.

Chapitre 28 — Dépenses, réserves, CAPEX et RNE

Solution de l'exercice 28.1 — État normalisé d'un huit logements

Le revenu brut potentiel est $8 \times 1\,250\,\$ \times 12 = 120\,000\,\$$; après inoccupation et pertes de 4 % et ajout des autres revenus, $RBE = 120\,000\,\$ \times 0{,}96 + 3\,600\,\$ = 118\,800\,\$$. Dépenses fixes : taxe municipale $1\,450\,000\,\$ \times 0{,}004\,631 = 6\,714{,}95\,\$$; taxe scolaire $1\,450\,000\,\$ \times 0{,}000\,789\,9 = 1\,145{,}36\,\$$; assurances 7 400 $; total 15 260,31 $. Dépenses variables : électricité 2 100 $, entretien 6 800 $, déneigement 3 900 $ et gestion $0{,}05 \times 118\,800\,\$ = 5\,940\,\$$; total 18 740 $. Réserve : $8 \times 600\,\$ = 4\,800\,\$$. Dépenses totales : $15\,260{,}31\,\$ + 18\,740\,\$ + 4\,800\,\$ = 38\,800{,}31\,\$$. Revenu net d'exploitation : $118\,800\,\$ - 38\,800{,}31\,\$ = 79\,999{,}70\,\$$, soit 10 000 $ par logement (9 999,96 $). Ratio de dépenses : $38\,800{,}31\,\$ / 118\,800\,\$ = 32{,}66\,\%$; la marge nette est de 67,3 %. Les dépenses fixes représentent $15\,260{,}31\,\$ / 38\,800{,}31\,\$ = 39{,}3\,\%$ des dépenses totales et 12,8 % du revenu brut effectif. Ce ratio, nettement inférieur à celui du cas 3 (46,6 %), tient à des loyers plus élevés (1 250 $ contre 1 150 $), à l'absence de conciergerie et à une assurance plus légère ; la comparaison poste par poste, non le ratio global, en rend compte.

Solution de l'exercice 28.2 — Dernière année ou moyenne indexée

Pour chaque poste, les trois exercices sont ramenés en dollars de 2026 au taux de 3 % : facteurs $1{,}03^3 = 1{,}092\,727$ pour 2023, $1{,}03^2 = 1{,}060\,9$ pour 2024 et 1,03 pour 2025. Assurances : $11474 \times 1{,}092\,727 = 12\,537{,}95\,\$$, $12614 \times 1{,}060\,9 = 13\,382{,}19\,\$$, $11060 \times 1{,}03 = 11\,391{,}80\,\$$; moyenne indexée 12 437,31 $, dernière année indexée 11 391,80 $, écart +1 045,51 $. Entretien et réparations : $10434 \times 1{,}092\,727 = 11\,401{,}51\,\$$, $11025 \times 1{,}060\,9 = 11\,696{,}42\,\$$, $11403 \times 1{,}03 = 11\,745{,}09\,\$$; moyenne 11 614,34 $, écart −130,75 $. Conciergerie : 9 822,52 $, 10 849,82 $, 10 139,32 $; moyenne 10 270,56 $, écart +131,24 $. L'écart total sur les trois postes est de +1 046,00 $ de dépenses, soit, au taux de 4,415 %, $1\,046{,}00\,\$ / 0{,}044\,15 = 23\,692\,\$$ de valeur en moins, environ 1,2 %. L'essentiel vient de l'assurance : la moyenne indexée conserve la trace de la pointe de 2024 alors que la dernière année reflète la nouvelle police. La moyenne indexée convient aux postes irréguliers par nature (réparations, honoraires), dont une année isolée n'est pas représentative ; la dernière année indexée convient aux postes dont le niveau a changé durablement (nouveau contrat, nouvelle police, nouveau fournisseur), où la moyenne mélangerait deux régimes. Pour l'assurance du cas 3, le changement d'assureur plaide pour la dernière année ; l'évaluateur déclare le choix et son effet.

Solution de l'exercice 28.3 — Taxes recalculées ou indexées

Taxe recalculée au taux général : $2\,200\,000\,\$ \times 0{,}004\,631 = 10\,188{,}20\,\$$. Compte de 2025 indexé : $10\,631\,\$ \times 1{,}053 = 11\,194{,}44\,\$$. L'écart est de 1 006,24 $ de dépenses en plus ; le revenu net passerait de 89 955,75 $ à 88 949,51 $ et la valeur à 4,415 % de 2 037 503 $ à 2 014 711 $, soit −22 791 $ ou −1,1 %. Taxe scolaire avec l'exemption des premiers 25 000 $: $(2\,200\,000\,\$ - 25\,000\,\$) \times 0{,}000\,789\,9 = 1\,718{,}03\,\$$ contre 1 737,78 $ sans exemption ; l'écart de 19,75 $ représente moins de 450 $ de valeur, ce qui justifie la simplification de la bibliothèque, à condition de la déclarer. La taxe recalculée au taux général peut

être inférieure au compte réel parce que le compte comprend, outre la taxe générale, les taxes d'arrondissement (à Montréal), les taxes spéciales (service de la dette, transport en commun, secteur) et, dans d'autres villes, des tarifications par logement ; le taux général ne capte que la première composante. L'évaluateur doit partir du compte de taxes réel, en identifier chaque ligne, recalculer celles qui dépendent du rôle et des taux publiés, conserver les tarifications fixes et vérifier que la somme reconstitue le compte ; s'il ne dispose que du taux général, il le signale et estime la part manquante à partir du compte précédent, comme le fait ici le scénario indexé.

Solution de l'exercice 28.4 — Réserve linéaire et fonds d'amortissement

Méthode linéaire, par logement : $2200/12 + 1100/10 + 3600/20 + 1500/7 = 183{,}33 + 110{,}00 + 180{,}00 + 214{,}29 = 687{,}62$ \$. Fonds d'amortissement à 3 % : le facteur $i/[(1+i)^N - 1]$ vaut 0,070 462 pour 12 ans, 0,087 231 pour 10 ans, 0,037 216 pour 20 ans et 0,130 506 pour 7 ans, d'où $155{,}02 + 95{,}95 + 133{,}98 + 195{,}76 = 580{,}71$ \$. À 5 % : 518,77 \$. Pour douze logements : 8 251,43 \$ (linéaire), 6 968,47 \$ (fonds à 3 %) et 6 225,29 \$ (fonds à 5 %). Lorsque $i \to 0$, $(1+i)^N - 1 \approx Ni$, de sorte que $i/[(1+i)^N - 1] \to 1/N$: le fonds d'amortissement tend vers la méthode linéaire, et la différence entre les deux est le rendement que les dotations accumulées sont supposées produire avant d'être dépensées. La convention du dossier, 675,25 \$ par logement, est très proche de la dotation linéaire (687,62 \$) ; elle revient donc à supposer soit que les sommes mises de côté ne rapportent rien (ou qu'elles ne sont pas réellement mises de côté, ce qui est la situation du propriétaire typique qui paie les remplacements au fur et à mesure), soit qu'une marge couvre des composantes non énumérées. Dans les deux cas, l'hypothèse est prudente et doit être la même pour les ventes dont le taux est extrait.

Solution de l'exercice 28.5 — Cohérence réserve et taux sur un comparable

Réserve du comparable : $20 \times 675\,\$ = 13\,500\,\$$. Taux après réserve : $R = 182\,000\,\$ / 4\,100\,000\,\$ = 4{,}439\,\%$. Taux avant réserve : $R' = (182\,000\,\$ + 13\,500\,\$)/4\,100\,000\,\$ = 4{,}768\,\%$; l'écart de 32,9 points de base est égal à RR_c/P_c. Appliqué au revenu net après réserve du sujet, le taux avant réserve donne $V' = 89\,955{,}75\,\$/0{,}047\,68 = 1\,886\,540\,\$$; l'application cohérente donne $V = 89\,955{,}75\,\$/0{,}044\,39 = 2\,026\,476\,\$$; l'erreur est de $-139\,936\,\$$, soit $-6{,}91\,\%$. La formule $RR_{\text{sujet}}/R' = 8\,103\,\$/0{,}047\,68 = 169\,935\,\$$ ne redonne pas cet écart, parce que la proposition 28.1 suppose que le taux avant réserve a été extrait d'un immeuble dont la réserve pèse la même part du revenu net avant réserve que celle du sujet. Or la part est de $13\,500\,\$/195\,500\,\$ = 6{,}91\,\%$ pour le comparable et de $8\,103\,\$/98\,059\,\$ = 8{,}26\,\%$ pour le sujet ; l'erreur relative exacte est la part du comparable, $-6{,}91\,\%$, et non celle du sujet. Appliqué au revenu avant réserve du sujet, 98 058,75 \$, le taux avant réserve donne 2 056 475 \$, supérieur de 1,5 % à la valeur cohérente : les deux conventions ne sont strictement équivalentes que si la réserve pèse la même part des deux côtés, et l'écart résiduel mesure précisément la différence de poids de la réserve entre le sujet et

le comparable. La leçon reste la même qu'au chapitre 29 : une convention ou l'autre, mais la même des deux côtés, et de préférence une réserve calculée de la même façon pour tous.

Solution de l'exercice 28.6 — Gestion imputée et propriétaire-occupant

Sans gestion imputée, les dépenses totales du triplex tombent de 18 543,08 $ à 16 920 $ et le revenu net monte de 22 033,96 $ à 23 657,04 $; le ratio passe de 45,7 % à 41,7 %. Avec une gestion de 5 % du revenu brut effectif, $0{,}05 \times 40\,577{,}04\,\$ = 2\,028{,}85\,\$$, le revenu net est de 21 628,19 $. Si le taux médian de 3,17 % a été extrait de revenus nets incluant une gestion imputée de 4 %, la valeur cohérente est $22\,033{,}96\,\$ / 0{,}031\,7 = 695\,078\,\$$ et la valeur obtenue sans gestion $23\,657{,}04\,\$ / 0{,}031\,7 = 746\,279\,\$$, soit une surévaluation de 51 201 $ ou 7,37 %, égale au rapport de la gestion imputée au revenu net cohérent. L'imputation est légitime au titre de la valeur *marchande* parce que celle-ci suppose l'acheteur typique du marché des plex, qui doit soit payer un gestionnaire, soit consacrer son temps à la gestion, temps qui a un coût d'opportunité ; le fait que l'acheteur le plus probable soit un occupant ne change pas le coût, il change seulement celui qui le supporte. En revanche, pour un acheteur-occupant donné, qui valorise son propre temps à un taux faible et qui tire du logement occupé une utilité d'usage, la gestion non rémunérée peut être omise dans le calcul de sa valeur d'*investissement* (ou valeur d'usage), qui lui est propre et qui peut légitimement dépasser la valeur marchande. C'est d'ailleurs l'une des raisons pour lesquelles les taux extraits des ventes de plex sont bas (3,17 % ici) : une partie des acheteurs sont des occupants qui paient aussi pour se loger, ce que le chapitre 32 développe.

Solution de l'exercice 28.7 — Réserve, dépenses en capital et double comptage

Les dépenses en capital surviennent aux années 2, 4 et 7 de l'horizon (2027, 2029 et 2032 pour une évaluation en 2026). Valeur actuelle à 7,25 % : $85\,000\,\$ / 1{,}0725^{2} + 40\,000\,\$ / 1{,}0725^{4} + 120\,000\,\$ / 1{,}0725^{7} = 73\,897\,\$ + 30\,232\,\$ + 73\,519\,\$ = 177\,648\,\$$. Annuité équivalente sur dix ans : facteur de recouvrement $0{,}0725 / [1 - 1{,}0725^{-10}] = 0{,}144\,027$, d'où $177\,648\,\$ \times 0{,}144\,027 = 25\,586\,\$$ par année, légèrement supérieure à la moyenne simple de 24 500 $ parce que les travaux sont concentrés en début d'horizon. L'évaluateur qui retranche cette annuité du revenu net en plus de la réserve obtient $89\,955{,}75\,\$ - 25\,586{,}15\,\$ = 64\,369{,}60\,\$$ et, à 4,415 %, une valeur de 1 457 975 $, inférieure de 28,4 % à la valeur cohérente de 2 037 503 $. L'erreur est double : d'une part les travaux sont comptés une fois dans les flux actualisés et une fois dans le revenu capitalisé ; d'autre part le taux de 4,415 % a été extrait de ventes dont le revenu net ne comportait qu'une réserve pour composantes à vie courte, de sorte que même sans flux actualisés, une réserve « pour gros travaux » exigerait un taux plus bas. Équivalence pour la composante de 2 200 $ par logement : $C = 12 \times 2\,200\,\$ = 26\,400\,\$$ tous les douze ans. Valeur actuelle des remplacements perpétuels à 3 % : $C / [(1{,}03)^{12} - 1] = 26\,400\,\$ / 0{,}425\,761 = 62\,006{,}64\,\$$. Réserve au fonds d'amortissement : $RR = C \times 0{,}03 / 0{,}425\,761 = 1\,860{,}20\,\$$

par année, dont la valeur actuelle perpétuelle est $RR/0{,}03 = 62\,006{,}64\,\$$. Les deux coïncident exactement, ce qui est la équation (28.8) : capitaliser un revenu diminué de la réserve du fonds d'amortissement, ou actualiser des flux diminués des remplacements datés, au même taux, donne la même valeur, à condition de ne le faire qu'une fois.

Chapitre 29 — Capitalisation directe

Solution de l'exercice 29.1 — Capitalisation et variation du taux

La valeur indiquée est $V = RNE_1/R = 61\,200\,\$/0{,}047\,5 = 1\,288\,421\,\$$. À 5,00 %, $V' = 61\,200\,\$/0{,}05 = 1\,224\,000\,\$$, soit une baisse de 64 421 $, ou $-5{,}00\,\%$ exactement ($1224000/1288421 - 1 = -0{,}05$). L'approximation linéaire de l'équation (29.17) donne $\Delta V/V \approx -\Delta R/R = -0{,}0025/0{,}0475 = -5{,}26\,\%$. Elle surestime la baisse parce que la fonction $V(R) = RNE/R$ est convexe : sa tangente au point de départ se trouve sous la courbe, de sorte que la variation réelle pour une hausse du taux est moins forte que la variation linéarisée (et, symétriquement, plus forte pour une baisse). La variation exacte vaut $-\Delta R/(R + \Delta R) = -0{,}0025/0{,}05 = -5{,}00\,\%$.

Solution de l'exercice 29.2 — Extraction sur cinq ventes

Les taux globaux (revenu net après réserve divisé par le prix) sont : M008 = 99594/2270000 = 4,387 % ; M011 = 109516/2460000 = 4,452 % ; M022 = 87455/1834000 = 4,769 % ; M034 = 109849/2355000 = 4,665 % ; M040 = 111423/2518000 = 4,425 %. Classés : 4,387 ; 4,425 ; 4,452 ; 4,665 ; 4,769. La médiane est 4,452 %, la moyenne simple 4,540 % et la moyenne pondérée par le revenu net $\sum RNE_j / \sum P_j = 517837/11437000 = 4{,}528\,\%$. La médiane est le résumé à retenir : elle n'est pas tirée vers le haut par les deux ventes de Rosemont à 4,67 % et 4,77 % (M034 est en état 2, donc logiquement à un taux plus élevé), et la pondération par le revenu n'a pas d'intérêt ici puisque les cinq immeubles ont une taille voisine de celle du sujet (onze à quatorze logements). Appliquée au revenu net du sujet, la médiane donne $V = 89\,955{,}75\,\$/0{,}044\,52 = 2\,020\,629\,\$$, inférieure de moins d'un pour cent à la valeur retenue au chapitre (2 037 503 $), ce qui confirme la robustesse de l'indication malgré la petite taille de ce sous-échantillon.

Solution de l'exercice 29.3 — Le piège de la réserve

Réserve du comparable : $18 \times 675\,\$ = 12\,150\,\$$. Taux après réserve : $R = 150000/3400000 = 4{,}412\,\%$. Taux avant réserve : $R' = (150000 + 12150)/3400000 = 4{,}769\,\%$; l'écart de 36 points de base est égal à RR/P. Le collègue applique R' au revenu après réserve du sujet : $V = 89955{,}75/0{,}04769 = 1\,886\,214\,\$$. L'application cohérente (taux après réserve sur revenu après réserve) donne $89955{,}75/0{,}04412 = 2\,038\,997\,\$$; l'erreur est de $-7{,}5\,\%$. Appliqué au revenu avant réserve du sujet ($89955{,}75 + 8103 =$

98 058,75 $), le taux avant réserve donne 2 056 119 $, proche de la valeur cohérente ; le léger écart (0,8 %) vient de ce que la réserve du sujet (9,0 % de son revenu net) pèse un peu plus que celle du comparable (8,1 %), les deux conventions n'étant strictement équivalentes que si le rapport réserve/revenu est le même pour le sujet et les comparables. La leçon : une convention ou l'autre, mais la même des deux côtés.

Solution de l'exercice 29.4 — Bande d'investissement et couverture de la dette

Taux mensuel : $i_m = (1 + 0{,}0412/2)^{1/6} - 1 = 0{,}003\,404\,2$; constante hypothécaire sur 480 versements : $f = 12\,i_m / [1 - (1 + i_m)^{-480}] = 5{,}079\,\%$. (a) Bande d'investissement avec $R_E = 6\,\%$: $R = 0{,}75 \times 0{,}05079 + 0{,}25 \times 0{,}06 = 0{,}03809 + 0{,}01500 = 5{,}309\,\%$; valeur $= 89955{,}75 / 0{,}05309 = 1\,694\,335$ $. (b) Couverture de 1,25 : $R = 1{,}25 \times 0{,}75 \times 0{,}05079 = 4{,}762\,\%$; valeur « du prêteur » $= 1\,889\,228$ $. (c) Rendement courant compatible avec le marché : $R_E = (R - Mf)/(1 - M) = (0{,}04415 - 0{,}03809)/0{,}25 = 2{,}42\,\%$. Le levier est négatif au sens du rendement courant : la constante hypothécaire (5,08 %) dépasse le taux global (4,415 %), de sorte que chaque dollar emprunté coûte plus en service de dette qu'il ne rapporte en revenu net la première année, et le rendement courant des fonds propres (2,42 %) est inférieur au taux global. L'acheteur qui paie le prix du marché avec ce financement mise donc sur la croissance du revenu et de la valeur (rendement total), non sur le rendement courant ; un investisseur qui exige six pour cent de rendement courant ne peut pas payer plus de 1 694 335 $, ce qui est sa valeur d'investissement et non la valeur marchande.

Solution de l'exercice 29.5 — Gordon et la croissance implicite

$R = r - g$: avec $g = 2{,}25\,\%$, $R = 5{,}00\,\%$ et $V = 89955{,}75/0{,}05 = 1\,799\,115$ $; avec $g = 3{,}10\,\%$, $R = 4{,}15\,\%$ et $V = 2\,167\,608$ $; avec $g = 4{,}00\,\%$, $R = 3{,}25\,\%$ et $V = 2\,767\,869$ $. Un écart de 175 points de base sur g fait varier la valeur de plus de cinquante pour cent : le modèle est extraordinairement sensible à la croissance, ce qui le disqualifie comme méthode principale et le qualifie comme outil d'interprétation. Croissance implicite : $g = r - R = 7{,}25 - 4{,}415 = 2{,}835\,\%$ par année. La croissance de Gordon s'applique au revenu *net* à perpétuité et à la valeur ; le bâtiment s'use, ses dépenses croissent souvent plus vite que ses loyers et sa part de la valeur se déprécie, de sorte que la croissance nette de long terme est inférieure à la croissance des loyers de marché (c'est pourquoi 2,25 %, inférieur au taux de base TAL de 3,1 %, est plus prudent). Le rattrapage des loyers du cas 3 (onze pour cent d'écart au marché) est un gain *transitoire* qui s'épuise une fois les logements reloués ; l'introduire dans un g perpétuel reviendrait à supposer que les loyers du sujet croissent indéfiniment plus vite que le marché, ce qui est absurde. Il se traite par les flux actualisés (chapitre 30) ou par le choix du taux.

Solution de l'exercice 29.6 — Ellwood, Akerson et le cas sans dette

(a) Après 120 versements, le solde d'un prêt unitaire à $i_m = 0{,}003\,404\,2$ sur 480 versements est $[(1+i_m)^{480}-(1+i_m)^{120}]/[(1+i_m)^{480}-1] = 0{,}877\,5$; la part remboursée est $P = 12{,}25\,\%$. Facteur de fonds d'amortissement : $SFF = 0{,}0725/[(1{,}0725)^{10}-1] = 0{,}071\,527$. (b) Ellwood : $R = Y_E - M(Y_E + P\,SFF - f) - \Delta\,SFF = 0{,}0725 - 0{,}75\,(0{,}0725 + 0{,}1225 \times 0{,}071527 - 0{,}050789) - 0{,}25 \times 0{,}071527 = 0{,}0725 - 0{,}75 \times 0{,}030473 - 0{,}017882 = 3{,}176\,\%$. Akerson : $R = Mf + (1-M)Y_E - MP\,SFF - \Delta\,SFF = 0{,}038092 + 0{,}018125 - 0{,}006572 - 0{,}017882 = 3{,}176\,\%$; les deux expressions coïncident à la précision de la machine, conformément à la proposition 29.1. (c) Sans dette : $R = Y_E - \Delta\,SFF = 0{,}0725 - 0{,}017882 = 5{,}462\,\%$. Croissance annuelle équivalente : $g = 1{,}25^{1/10} - 1 = 2{,}257\,\%$; Gordon donne $R = 7{,}25 - 2{,}257 = 4{,}994\,\%$. L'écart de 47 points de base vient de l'hypothèse de revenu : Ellwood capitalise un revenu *constant* pendant dix ans et ne reconnaît la croissance qu'à la revente, alors que Gordon capitalise le premier terme d'un revenu qui croît chaque année ; à valeur finale égale, l'investisseur d'Ellwood reçoit moins en cours de route et exige donc un taux initial plus élevé. (d) Avec dette, le taux de 3,18 % conduit à $V = 89955{,}75/0{,}03176 = 2\,832\,053\,\$$, soit 39 % au-dessus de la médiane de marché. Cela signifie que les hypothèses (rendement total de 7,25 % seulement, dette à 4,12 % sur 75 %, appréciation de 25 %) sont plus optimistes que celles du marché : à prix de marché, soit l'appréciation attendue est bien plus faible (environ 7,7 % en dix ans), soit le rendement exigé sur les fonds propres est plus élevé (environ 10,7 %). La méthode hypothèque–fonds propres est ainsi un révélateur des anticipations plutôt qu'une source autonome de taux.

Solution de l'exercice 29.7 — Loyers de marché, baux en place et multiplicateur brut

Revenu brut effectif aux loyers de marché : $186036 \times (1-0{,}039) + 9360 = 188\,140{,}60\,\$$. La gestion passe à $0{,}04 \times 188140{,}60 = 7\,525{,}62\,\$$ (au lieu de 6 737,76 $\$$) ; les autres dépenses et la réserve sont inchangées. Revenu net : $188140{,}60 - (70385{,}19 - 6737{,}76 + 7525{,}62) - 8103 = 108\,864{,}54\,\$$, soit 18 908,79 $\$$ de plus que le revenu net contractuel (l'écart de loyers de 20 496 $\$$ diminué de la vacance et de la gestion supplémentaires). Valeur à 4,415 % : 2 465 788 $\$$, soit +21,0 % par rapport à 2 037 503 $\$$. La surévaluation vient de ce qu'on capitalise à perpétuité, dès la première année, un revenu que l'acheteur n'encaissera que progressivement (au rythme des départs, environ 15 % des logements par année dans le dossier, et dans les limites de l'encadrement des loyers) ; le potentiel a une valeur, mais c'est la valeur actualisée des écarts futurs, bien inférieure à leur capitalisation immédiate. Multiplicateur brut : $13{,}54 \times 165540 = 2\,241\,412\,\$$ sur les loyers contractuels (+10,0 % par rapport à la capitalisation du revenu net) et $13{,}54 \times 186036 = 2\,518\,927\,\$$ sur les loyers de marché. Par l'équation (29.15), $R = (1-v)(1-d)/MRB$: à MRB égal, le taux implicite dépend du ratio de dépenses. Le ratio médian des comparables est de 39,9 % alors que celui du sujet atteint 46,6 % (conciergerie, assurances, réserve) ; en appliquant le MRB médian, on prête au sujet la structure de charges plus légère des comparables, donc un revenu net plus élevé qu'il n'est. Le MRB implicite de la valeur capitalisée, $2037503/165540 = 12{,}31$, est logiquement inférieur à la médiane de marché.

Solution de l'exercice 29.8 — Régression, fourchette et erreurs combinées

Taux prévus : 24 logements, état 2 : $R = 4{,}567 - 0{,}0441\,(2-3) - 0{,}0227\,(24-12) = 4{,}567 + 0{,}044 - 0{,}273 = 4{,}338\,\%$; six logements, état 4 : $R = 4{,}567 - 0{,}0441\,(4-3) - 0{,}0227\,(6-12) = 4{,}567 - 0{,}044 + 0{,}136 = 4{,}659\,\%$. L'écart-type résiduel de 38 points de base signifie qu'environ deux tiers des ventes se situent à moins de 0,38 point de la droite : les prévisions sont des centres de fourchettes, non des taux précis. Scénario défavorable : $RNE = 0{,}95 \times 89955{,}75 = 85\,457{,}96\,\$$ et $R = 4{,}665\,\%$, $V = 1\,831\,896\,\$$, soit $-10{,}1\,\%$. Scénario favorable : $RNE = 94\,453{,}54\,\$$ et $R = 4{,}165\,\%$, $V = 2\,267\,792\,\$$, soit $+11{,}3\,\%$. L'approximation additive $\pm(0{,}05 + 0{,}0025/0{,}04415) = \pm 10{,}7\,\%$ est symétrique ; les variations exactes ne le sont pas (la convexité de $1/R$ amplifie la hausse et atténue la baisse). La fourchette de 1 832 000 $ à 2 268 000 $ englobe les indications de la médiane des dix ventes proches (1 990 172 $), de la régression (1 969 694 $) et des flux actualisés du chapitre 30 (2 208 566 $). Dans le rapport, il convient de présenter la valeur ponctuelle arrondie (2 040 000 $), d'indiquer la fourchette de taux retenue (4,40 % à 4,55 %) et son effet sur la valeur (environ 1 977 000 $ à 2 045 000 $), et de réserver la fourchette large aux scénarios de stress (chapitre 40), en précisant que les erreurs sur le revenu et sur le taux peuvent se cumuler ou se compenser.

Chapitre 30 — Flux actualisés et valeur terminale

Solution de l'exercice 30.1 — Taux de capitalisation, taux d'actualisation et croissance

(a) Par la relation de Gordon, $R = r - g = 0{,}0725 - 0{,}035 = 3{,}75\,\%$. La valeur d'un revenu net de première année de 100 000 $ est $V_0 = 100\,000/0{,}0375 = 2\,666\,667\,\$$.
(b) Croissance implicite : $g = r - R = 0{,}0725 - 0{,}04415 = 2{,}835\,\%$ par an. Rendement exigé implicite pour $g = 3{,}5\,\%$: $r = R + g = 0{,}04415 + 0{,}035 = 7{,}915\,\%$.
(c) Le g de la relation de Gordon est la croissance de la *valeur* de l'immeuble, non celle des loyers de marché. Un immeuble existant se déprécie physiquement et fonctionnellement ; à loyers de marché donnés, sa valeur croît donc moins vite que les loyers des immeubles neufs qui fixent le marché. L'écart entre 3,5 % et 2,835 %, soit environ 0,67 point par an, est la dépréciation nette que le taux médian prête aux immeubles typiques ; dans le cas 3, le taux terminal de 5,0 % implique $g_T = 2{,}25\,\%$, soit une dépréciation nette de 1,25 point au-delà de l'horizon.

Solution de l'exercice 30.2 — Valeur terminale et date d'actualisation

(a) Valeur terminale brute : $V_{10} = 159\,658{,}38/0{,}05 = 3\,193\,168\,\$$; coûts de vente $0{,}025 \times 3\,193\,168 = 79\,829\,\$$; valeur terminale nette 3 113 338 $.
(b) Facteur $(1{,}0725)^{-10} = 0{,}496623$; valeur présente $3\,113\,338 \times 0{,}496623 = 1\,546\,156\,\$$.
(c) Sur onze ans, le facteur est $(1{,}0725)^{-11} = 0{,}463052$ et la valeur présente 1 441 637 $. L'écart est de 104 519 $, soit $1 - 1/1{,}0725 = 6{,}76\,\%$ de la valeur présente correcte et 4,7 % de la valeur de l'immeuble du cas 3. La vente a lieu à la fin de l'année 10 : la valeur

terminale s'actualise sur dix ans, même si elle capitalise le revenu de l'année 11.
(d) À 5,5 %, la valeur terminale brute est $159\,658{,}38/0{,}055 = 2\,902\,880$ \$ et la valeur nette 2 830 308 \$, soit 9,1 % de moins qu'à 5,0 % : l'effet de 50 pb sur R_T est de l'ordre de $-\Delta R_T/R_T$, d'autant plus grand que le taux est bas.

Solution de l'exercice 30.3 — Un DCF à cinq ans

(a) Valeur présente des flux à 7,0 % : $62\,000/1{,}07 + 64\,000/1{,}07^2 + 20\,000/1{,}07^3 + 68\,000/1{,}07^4 + 70\,000/1{,}07^5 = 231\,956$ \$. Valeur terminale brute $72\,000/0{,}05 = 1\,440\,000$ \$; nette de 3 % : 1 396 800 \$; valeur présente $1\,396\,800/1{,}07^5 = 995\,899$ \$. Valeur de l'immeuble : $231\,956 + 995\,899 = 1\,227\,855$ \$.
(b) Part de la valeur terminale : $995\,899/1\,227\,855 = 81{,}1$ %. Avec un horizon de cinq ans seulement, plus des quatre cinquièmes de la valeur reposent sur RNE_6 et R_T.
(c) Achat à 1 300 000 \$: la VAN à 7,0 % est $1\,227\,855 - 1\,300\,000 = -72\,145$ \$. Le TRI de la série $(-1\,300\,000;\ 62\,000;\ 64\,000;\ 20\,000;\ 68\,000;\ 70\,000 + 1\,396\,800)$ est de 5,68 %, inférieur au rendement exigé : l'achat au prix demandé détruit de la valeur pour cet investisseur.

Solution de l'exercice 30.4 — Composition semestrielle

(a) Convention canadienne : $i_m = (1 + 0{,}0412/2)^{1/6} - 1 = 0{,}340\,42$ % ; taux effectif annuel $(1{,}0206)^2 - 1 = 4{,}162\,4$ %. Convention américaine : $i_m = 0{,}0412/12 = 0{,}343\,33$ % ; taux effectif annuel $(1 + 0{,}0412/12)^{12} - 1 = 4{,}198\,7$ %.
(b) Paiement mensuel sur 1 000 000 \$ et 300 mois : $P = M_0\, i_m/[1 - (1 + i_m)^{-300}]$, soit 5 325,46 \$ avec la convention canadienne et 5 344,85 \$ avec la convention américaine ; l'écart de service de la dette est de 232,75 \$ par an.
(c) Appliquer $i/12$ à un taux canadien surestime le service de la dette, donc sous-estime le ratio de couverture $RCD = RNE/SD$ et le prêt maximal par le RCD ; l'erreur est faible à 4 % mais croît avec le taux, et elle se cumule sur le solde en fin de terme.

Solution de l'exercice 30.5 — Vérifier la proposition d'équivalence

(a) Taux de Gordon $R = 0{,}0725 - 0{,}035 = 0{,}0375$; valeur $90\,000/0{,}0375 = 2\,400\,000$ \$.
(b) Avec $RNE_t = 90\,000 \times 1{,}035^{t-1}$ et $V_T = RNE_{T+1}/0{,}0375$, le DCF donne 2 400 000 \$ pour $T = 5$, 10 et 20, à la précision de la machine, conformément à la proposition 30.1. La part de la valeur terminale est q^T avec $q = 1{,}035/1{,}0725 = 0{,}96503$: 83,7 % ($T = 5$), 70,1 % ($T = 10$), 49,1 % ($T = 20$). L'horizon déplace la valeur entre flux et valeur terminale sans en changer le total.
(c) Avec des coûts de vente de 2,5 %, le DCF à dix ans donne 2 357 968 \$. La formule (30.14) prédit $2\,400\,000 \times (1 - 0{,}025 \times 0{,}70054) = 2\,400\,000 \times 0{,}98249 = 2\,357\,968$ \$: la réduction est de 1,75 %, soit c_v fois la part de la valeur terminale.

Solution de l'exercice 30.6 — Variante du cas 3

La projection des revenus et des dépenses ne change pas (tableau 30.2) ; seuls le facteur d'actualisation et le taux terminal changent. À 7,75 %, la valeur présente des dix flux est de 645 250 $ (contre 662 410 $). La valeur terminale brute est $159\,658/0{,}055 = 2\,902\,880$ $, nette 2 830 308 $; actualisée par $(1{,}0775)^{-10} = 0{,}47405$, elle vaut 1 341 717 $. La valeur est de $645\,250 + 1\,341\,717 = 1\,986\,966$ $, soit 10,0 % de moins que la base ; la part de la valeur terminale tombe à 67,5 %. Le taux de capitalisation implicite sur le revenu de la première année est $89\,956/1\,986\,966 = 4{,}53$ %, à l'intérieur de la fourchette CBRE de 4,25 % à 4,75 % : cette variante revient à traiter le sujet comme un immeuble typique du marché, sans accorder de prime au rattrapage des loyers, alors que la base (4,07 % implicite) le place sous le bas de la fourchette. L'écart entre les deux lectures, 221 600 $, est la valeur que l'évaluateur attribue, ou non, au potentiel locatif ; c'est l'objet de la réconciliation du chapitre 47.

Solution de l'exercice 30.7 — TRI des fonds propres, flux non conventionnels et MIRR

(a) La série des flux des fonds propres,

$$(-732\,606;\ 14\,993;\ -60\,451;\ 32\,951;\ 2\,405;\ 49\,425;\ 55\,927;\ -58\,205;\ 67\,050;\ 72\,684;\ 1\,896\,808),$$

change cinq fois de signe. La règle des signes de Descartes autorise jusqu'à cinq racines réelles positives du polynôme de la VAN en $1/(1+y)$; l'unicité du TRI n'est donc pas garantie a priori et doit être vérifiée.
(b) $VAN(8\,\%) = +243\,468$ $ et $VAN(12\,\%) = -48\,366$ $: la VAN change de signe une seule fois sur l'intervalle et décroît ; le TRI est compris entre 8 % et 12 %. La bissection donne $TRI = 11{,}22$ %, pour lequel la VAN est nulle à moins d'un cent près.
(c) Les flux négatifs (−732 606 ; −60 451 en $t=2$; −58 205 en $t=7$) sont actualisés à 4,12 % ; les flux positifs sont capitalisés à $t=10$ au taux de 7,25 % ; le MIRR est de 10,61 %. Il est inférieur au TRI de 11,22 % parce que le TRI suppose implicitement que les flux intermédiaires, dont le produit de revente ne fait pas partie, sont réinvestis à 11,22 % ; le MIRR les réinvestit au rendement exigé, plus réaliste. L'écart de 61 points de base mesure l'optimisme de l'hypothèse de réinvestissement du TRI.
(d) Les flux négatifs de 2027 et 2032 exigent des apports de 60 451 $ et 58 205 $. L'investisseur doit soit constituer une réserve de liquidités dès l'acquisition (ce qui augmente la mise de fonds effective et abaisse le TRI), soit prévoir un financement des travaux (prêt de rénovation, marge de crédit), soit étaler les travaux ; dans un dossier réel, il vérifierait aussi si une partie des dépenses d'immobilisation est récupérable par la fixation des loyers (rendement de 5 % prévu au règlement), ce que le modèle de base ignore.

Solution de l'exercice 30.8 — Décomposer l'écart entre DCF et capitalisation directe

(a) Taux implicite du DCF : $89\,956 / 2\,208\,566 = 4{,}07\,\%$. Croissance implicite du taux médian : $g = 0{,}0725 - 0{,}04415 = 2{,}835\,\%$.
(b) Le revenu net passe de 89 956 $ (année 1) à 159 658 $ (année 11), soit $(159\,658/89\,956)^{1/10} - 1 = 5{,}90\,\%$ par an, plus du double de la croissance implicite de 2,835 % ; le revenu brut potentiel croît de 4,61 % par an. La différence entre 5,90 % et 4,61 % est l'effet de levier opérationnel des dépenses, qui croissent de 3 % seulement.
(c) Un acheteur qui paierait 2 037 503 $ et recevrait les flux projetés (dix flux avant dette et valeur terminale nette de 3 113 338 $) réaliserait un TRI de 8,25 %, soit un point de plus que le rendement exigé de 7,25 % : c'est la rémunération du rattrapage des loyers que la capitalisation directe lui laisse.
(d) Si les quarante comparables étaient des immeubles stabilisés, loués au marché, leur taux médian de 4,415 % n'incorpore aucun rattrapage et l'écart de 8,4 % (171 063 $) est entièrement légitime : le sujet vaut plus qu'un immeuble typique parce que son revenu courant est déprimé par ses baux. Si, au contraire, les comparables présentaient eux aussi des loyers 10 % sous le marché, ce qui est fréquent à Montréal, leurs acheteurs ont déjà payé le rattrapage et le taux de 4,415 % l'incorpore ; appliquer ce taux au sujet puis lui ajouter la valeur du rattrapage par le DCF compte ce potentiel deux fois, et l'écart devrait être réduit d'autant. La vérité est généralement entre les deux et exige de connaître l'état locatif des comparables.

Chapitre 31 — Financement, levier, RCD et RPV

Solution de l'exercice 31.1 — Deux conventions pour un même taux

(a) Convention canadienne : $i_m = (1 + 0{,}0458/2)^{1/6} - 1 = (1{,}0229)^{1/6} - 1 = 0{,}378\,075\,\%$; taux effectif $(1{,}0229)^2 - 1 = 4{,}632\,4\,\%$. Convention américaine : $i_m = 0{,}0458/12 = 0{,}381\,667\,\%$; taux effectif $(1 + 0{,}0458/12)^{12} - 1 = 4{,}677\,4\,\%$.
(b) Paiement $PMT = 850\,000 \times i_m / [1 - (1+i_m)^{-300}]$: 4 742,40 $ (Canada) contre 4 763,26 $ (États-Unis). Service de la dette annuel : 56 909 $ contre 57 159 $, soit 250 $ de plus par année dans la convention américaine ; constantes $f = 6{,}695\,\%$ et $6{,}725\,\%$.
(c) Solde après 60 paiements, formule prospective $M_{60} = M_0\,[(1+i_m)^{300} - (1+i_m)^{60}]/[(1+i_m)^{300} - 1]$: 747 254 $ (Canada) contre 747 792 $ (États-Unis). La composition plus fréquente laisse un solde légèrement plus élevé parce qu'une plus grande part de chaque paiement va aux intérêts.
(d) Un tableur américain surestime le service de la dette (0,44 % ici) et sous-estime donc le ratio de couverture RNE_1/SD du même pourcentage ; sur un prêt dimensionné exactement au seuil, il conclurait que la contrainte n'est pas respectée et réduirait indûment le prêt maximal.

Solution de l'exercice 31.2 — Terme, amortissement et constitution de fonds propres

(a) $i_m = 0{,}340\,42\,\%$; $PMT = 1\,000\,000 \times 0{,}0034042/[1-(1{,}0034042)^{-480}] = 4\,232{,}45\,\$$; service de la dette annuel 50 789 $ (constante 5,078 9 %).
(b) Solde à la fin du terme (60 mois) : 944 971 $; après dix ans : 877 496 $. Part du capital remboursée pendant le terme : $1 - 944\,971/1\,000\,000 = 5{,}50\,\%$ seulement.
(c) Première année : intérêts 40 663 $, capital 10 127 $, soit 80,1 % du service de la dette en intérêts.
(d) Total des intérêts sur 480 mois : $480 \times 4\,232{,}45 - 1\,000\,000 = 1\,031\,577\,\$$, soit 1,03 fois le capital. Sur 300 mois, le paiement serait de 5 325,46 $ (service annuel 63 905 $, soit 13 116 $ de plus par année) et le total des intérêts de 597 637 $. L'amortissement long réduit le service de la dette de 20,5 % et améliore d'autant la couverture, au prix d'intérêts totaux supérieurs de 433 940 $ et d'une constitution de fonds propres beaucoup plus lente ; c'est l'arbitrage que les prêteurs assurés résolvent en faveur de la couverture.

Solution de l'exercice 31.3 — Prêt maximal et contrainte liante

(a) Constante à 4,58 % sur 360 mois : $i_m = 0{,}378\,075\,\%$, $f = 12 \times 0{,}00378075/[1-(1{,}00378075)^{-360}] = 6{,}106\,6\,\%$. Prêt maximal par le RPV : $0{,}75 \times 2\,600\,000 = 1\,950\,000\,\$$. Par la couverture : service maximal $120\,000/1{,}25 = 96\,000\,\$$, prêt $96\,000/0{,}061066 = 1\,572\,079\,\$$. La couverture lie ; le ratio prêt-valeur effectif est de $1\,572\,079/2\,600\,000 = 60{,}5\,\%$. Vérification par l'équation (31.9) : $R = 120\,000/2\,600\,000 = 4{,}615\,\%$, et $R/(1{,}25 \times 0{,}061066) = 60{,}5\,\%$.
(b) APH Select : $f = 5{,}078\,9\,\%$ à 4,12 % sur 480 mois ; service maximal $120\,000/1{,}10 = 109\,091\,\$$; prêt par la couverture $109\,091/0{,}050789 = 2\,147\,906\,\$$; par le RPV $0{,}85 \times 2\,600\,000 = 2\,210\,000\,\$$. La couverture lie encore, de peu ; le prêt est de 2 147 906 $, soit 82,6 % de la valeur.
(c) Tranche de RPV $\leq 85\,\%$: 5,35 % ; surprime d'amortissement : trois tranches de cinq ans au-delà de 25 ans, soit 0,75 % ; prime totale 6,10 %, soit $0{,}061 \times 2\,147\,906 = 131\,022\,\$$, à quoi s'ajoutent les droits de demande de 150 $ par logement (2 400 $).
(d) La mise de fonds passe de $2\,600\,000 - 1\,572\,079 = 1\,027\,921\,\$$ à $2\,600\,000 - 2\,147\,906 = 452\,094\,\$$, soit 575 827 $ de moins. Cette économie achète une prime de 131 022 $ (généralement capitalisée au prêt, ce qui porte le service de la dette au-dessus de 109 091 $ et la couverture effective sous 1,10), un service de la dette supérieur de 13 091 $ par année et les engagements d'abordabilité, d'efficacité énergétique ou d'accessibilité qui donnent les 50 points ; la couverture tombe de 1,25 à 1,10 et le levier, donc le risque, est multiplié par $1/(1-0{,}826) = 5{,}7$ au lieu de 2,5.

Solution de l'exercice 31.4 — Levier courant positif, négatif et neutre

(a) $R_E = (R - Mf)/(1-M)$. Avec $f = 6{,}0\,\%$: $M = 0$: 5,20 % ; $M = 0{,}5$: $(0{,}052 - 0{,}030)/0{,}5 = 4{,}40\,\%$; $M = 0{,}7$: $(0{,}052 - 0{,}042)/0{,}3 = 3{,}33\,\%$; $M = 0{,}8$: $(0{,}052 - 0{,}048)/0{,}2 = 2{,}00\,\%$. Avec $f = 4{,}5\,\%$: 5,20 %, $(0{,}052 - 0{,}0225)/0{,}5 = 5{,}90\,\%$,

$(0{,}052 - 0{,}0315)/0{,}3 = 6{,}83\,\%$, $(0{,}052 - 0{,}036)/0{,}2 = 8{,}00\,\%$.
(b) Dans le premier cas la courbe décroît et s'accélère vers le bas ; dans le second elle croît et s'accélère vers le haut. La dérivée $\partial R_E/\partial M = (R - f)/(1 - M)^2$ a le signe de $R - f$ ($-0{,}8$ point dans le premier cas, $+0{,}7$ dans le second) et son dénominateur $(1-M)^2$ tend vers zéro : la pente passe de $-0{,}8$ point à $M = 0$ à -20 points à $M = 0{,}8$ dans le premier cas. C'est l'amplification du levier.
(c) Le levier est neutre si $f = R = 5{,}2\,\%$: $R_E = R$ pour tout M.
(d) Oui. Le levier courant négatif signifie seulement que le revenu de la première année ne couvre pas le coût courant de chaque dollar emprunté, remboursement de capital compris. Le levier sur le rendement total est positif si et seulement si le rendement total de l'actif y (revenu plus croissance de valeur) excède le coût effectif de la dette k (taux effectif, hors remboursement du capital), par la proposition du chapitre. Une constante de 6,0 % sur 25 ans correspond à un taux nominal d'environ 3,5 % (composition semestrielle), soit $k \approx 3{,}5\,\%$; il suffit que $y > k$, c'est-à-dire, avec $R = 5{,}2\,\%$, que la croissance attendue de la valeur ne soit pas inférieure à $-1{,}7$ point par an, pour que l'emprunt soit rentable à terme, au prix d'un flux courant faible et d'un risque multiplié par $1/(1 - M)$.

Solution de l'exercice 31.5 — Mise de fonds minimale, taux admissible et ratio prêt-revenu

(a) $E_{\min} = 0{,}05 \times 500\,000 + 0{,}10 \times 220\,000 = 25\,000 + 22\,000 = 47\,000\,\$$, soit 6,53 % du prix ; prêt de 673 000 $ (ratio prêt-valeur 93,5 %), assurable puisque le prix est inférieur à 1 500 000 $. La prime d'assurance s'ajouterait au prêt ; elle n'est pas demandée ici.
(b) Taux admissible minimal : $\max(4{,}58 + 2{,}00;\ 5{,}25) = 6{,}58\,\%$.
(c) Sur 300 mois, composition semestrielle : paiement au taux contractuel 3 754,86 $ par mois ; au taux admissible 4 540,60 $. Le paiement de qualification excède le paiement réel de 785,74 $ par mois, soit 20,9 % : c'est la marge de sécurité que le prêteur exige contre une hausse de taux au renouvellement.
(d) Un ratio prêt-revenu de 4,5 exige un revenu d'au moins $673\,000/4{,}5 = 149\,556\,\$$.
(e) La limite prêt-revenu du BSIF est une limite de *portefeuille* : elle plafonne, pour chaque institution, le volume des nouveaux prêts non assurés dont le ratio dépasse 4,5, sans interdire un prêt individuel ; de plus, elle exclut explicitement les prêts assurés, ce qu'est celui-ci. Le ménage est en revanche soumis au taux admissible applicable aux prêts assurés et aux critères de l'assureur.

Solution de l'exercice 31.6 — Renouvellement exact du prêt du cas 3

(a) Solde au terme : $M_{60} = 1\,475\,959 \times [(1{,}0034042)^{480} - (1{,}0034042)^{60}]/[(1{,}0034042)^{480} - 1] = 1\,394\,739\,\$$; amortissement résiduel $480 - 60 = 420$ mois.
(b) Nouveau taux 5,62 % ; $i'_m = (1{,}0281)^{1/6} - 1 = 0{,}462\,94\,\%$; $PMT' = 1\,394\,739 \times i'_m/[1 - (1 + i'_m)^{-420}] = 7\,540{,}59\,\$$; service de la dette 90 487 $, en hausse de 15 524 $ (20,7 %).
(c) RCD de l'année 6 : $130\,890/90\,487 = 1{,}447$; de l'année 10 : $153\,581/90\,487 = 1{,}697$. Flux après dette de l'année 6 (sans CAPEX) : $130\,890 - 90\,487 = 40\,403\,\$$. La couverture

reste confortablement au-dessus de 1,20 grâce à la croissance du revenu net pendant le premier terme.
(d) Solde à la revente, 60 paiements après le renouvellement : 1 319 984 $, contre 1 295 148 $ au taux inchangé, parce qu'une plus grande part de chaque paiement va aux intérêts. TRI des fonds propres (mise de fonds 732 606 $, flux après dette des années 1 à 5 au service de 74 963 $, des années 6 à 10 au service de 90 487 $, produit net de revente 3 113 338 − 1 319 984) : 10,55 %, contre 11,22 % sans hausse.
(e) En appliquant 5,62 % dès l'origine au capital initial sur 480 mois, le service de la dette serait de 92 018 $ pendant dix ans et le TRI des fonds propres de 9,42 %. L'approximation surestime le coût de 1 531 $ par année après le terme et impute aux cinq premières années une hausse qu'elles n'ont pas subie ; elle sous-estime le TRI de 1,13 point. Le calcul exact porte la hausse sur le solde réduit, pendant cinq ans, face à un revenu qui a crû.

Solution de l'exercice 31.7 — Choisir son levier

(a) À 50 % : prêt 1 104 283 $, mise de fonds 1 104 283 $, service de la dette 56 086 $, RCD 1,60, flux après dette 33 870 $, rendement courant 3,07 %. À 85 % : prêt 1 877 281 $, mise de fonds 331 285 $, service de la dette 95 346 $, RCD 0,94, flux après dette −5 390 $, rendement courant −1,63 % : dès la première année, le propriétaire doit combler le déficit de sa poche.
(b) TRI des fonds propres sur dix ans : 9,49 % à 50 % et 15,24 % à 85 %, contre 7,25 % sans dette et 11,22 % au ratio de 66,8 % retenu.
(c) Le rendement de l'actif est $y = 7{,}25\,\%$ (achat à la valeur DCF) et le coût effectif de la dette sur flux annuels agrégés $k = 4{,}06\,\%$; comme $y > k$, la proposition du chapitre garantit $y_E > y$ pour tout ratio prêt-valeur positif, et y_E croît avec le levier parce que l'écart $y - k$ est multiplié par un rapport dette sur fonds propres croissant (1 à 50 %, 5,7 à 85 %). Le levier courant est pourtant négatif ($R = 4{,}07\,\% < f = 5{,}08\,\%$) : tout le gain provient de la croissance du revenu et de la plus-value, réalisée à la revente.
(d) Multiplicateur de risque $1/(1 - M)$: 2,0 à 50 %, 6,7 à 85 %. Flux des fonds propres le plus bas : −41 574 $ à 50 % (année des travaux de 2027), −80 834 $ à 85 %, avec en outre un flux négatif chaque année ordinaire jusqu'à ce que le revenu net dépasse 95 346 $, soit vers l'année 2. Un ratio de 85 % ne convient qu'à un investisseur disposant de liquidités extérieures suffisantes pour financer plusieurs années de déficits et les travaux, soit environ 183 000 $ de flux négatifs cumulés sur l'horizon (années 1, 2, 4 et 7), capable de supporter une volatilité des fonds propres près de sept fois celle de l'immeuble, et convaincu que le rattrapage des loyers se réalisera ; un ralentissement de ce rattrapage ou une hausse du taux au renouvellement rendrait le flux après dette durablement négatif. À 50 %, la couverture de 1,60 et un multiplicateur de 2 laissent une marge pour les deux scénarios adverses du chapitre 30.

Chapitre 32 — Duplex à quintuplex

Solution de l'exercice 32.1 — Multiplicateur, taux et identité

Le revenu brut potentiel est $RBP = 2 \times 1\,300\,\$ \times 12 = 31\,200\,\$$; le revenu brut effectif, $RBE = 31\,200\,\$ \times (1 - 0{,}03) = 30\,264\,\$$; le revenu net, $RNE = 30\,264\,\$ \times (1 - 0{,}38) = 18\,763{,}68\,\$$. Le multiplicateur du revenu brut est $MRB = 585\,000\,\$/31\,200\,\$ = 18{,}75$, le prix par logement $585\,000\,\$/2 = 292\,500\,\$$ et le taux global extrait $R = 18\,763{,}68\,\$/585\,000\,\$ = 3{,}207\,\%$. L'identité (32.7) se vérifie : $(1 - 0{,}03)(1 - 0{,}38)/18{,}75 = 0{,}6014/18{,}75 = 0{,}032\,07$. Deux duplex de même multiplicateur n'ont le même taux que s'ils ont la même inoccupation et le même ratio de dépenses ; celui dont le propriétaire paie le chauffage, ou dont les taxes par logement sont plus lourdes, a un ratio d plus élevé et donc un taux plus bas à multiplicateur égal. Le multiplicateur ignore la structure des charges ; le taux la contient.

Solution de l'exercice 32.2 — Mise de fonds minimale d'un prêt assuré

Par (32.3) : pour 450 000 $, la mise de fonds minimale est $0{,}05 \times 450\,000\,\$ = 22\,500\,\$$ (5,0 %), prêt de 427 500 $; pour 843 000 $, $0{,}05 \times 500\,000\,\$ + 0{,}10 \times 343\,000\,\$ = 25\,000\,\$ + 34\,300\,\$ = 59\,300\,\$$ (7,03 %), prêt de 783 700 $; pour 1 200 000 $, $25\,000\,\$ + 0{,}10 \times 700\,000\,\$ = 95\,000\,\$$ (7,92 %), prêt de 1 105 000 $. Le quintuplex de 1 600 000 $ dépasse le plafond du prix assurable de 1 500 000 $ (Ministère des Finances Canada 2024) : aucun prêt assuré n'est possible, et un prêt conventionnel exige une mise de fonds d'au moins vingt pour cent, soit 320 000 $, à un taux non assuré (4,58 % pour les fonds avancés d'août 2026 contre 4,12 % en assuré) et sous le taux admissible minimal du BSIF. L'acheteur probable n'est plus le ménage qui cherche à se loger avec une mise de fonds modeste, mais un ménage fortuné ou un investisseur ; au-delà du plafond, la demande d'occupants s'amenuise et le revenu reprend du poids dans la formation du prix, ce qui justifie de renverser la pondération de la section 32.4.

Solution de l'exercice 32.3 — Décomposition du taux extrait

Le revenu brut potentiel au marché est $RBP_m = 3 \times 1\,430\,\$ \times 12 = 51\,480\,\$$ et au contrat $RBP_c = 3 \times 1\,215\,\$ \times 12 = 43\,740\,\$$, d'où $\rho = 43\,740\,\$/51\,480\,\$ = 0{,}849\,7$. Avec des dépenses fixes de 17 500 $, $RNE_m = 51\,480\,\$ \times 0{,}976 - 17\,500\,\$ = 32\,744{,}48\,\$$ et $RNE_c = 43\,740\,\$ \times 0{,}976 - 17\,500\,\$ = 25\,190{,}24\,\$$; les taux extraits sont $R_m = 4{,}567\,\%$ et $R_c = 3{,}513\,\%$, soit un écart de 105,4 points de base. Le multiplicateur au marché est $MRB_m = 717\,000\,\$/51\,480\,\$ = 13{,}93$, et le terme de l'équation (32.8) vaut $(1-0{,}8497)(0{,}976)/13{,}93 = 0{,}010\,54$, soit exactement $R_m - R_c$. Si les dépenses étaient proportionnelles au revenu, la proposition donnerait $R_c = \rho R_m = 0{,}8497 \times 4{,}567\,\% = 3{,}880\,\%$, un écart de seulement 69 points de base. Avec des dépenses fixes, tout le manque à gagner de loyers se répercute sur le revenu net, de sorte que la sous-location pèse davantage sur le taux extrait ; avec des dépenses proportionnelles, une partie du manque à gagner est « absorbée » par des dépenses plus faibles. La réalité des plex est intermédiaire : taxes et assurances sont fixes, entretien et gestion suivent en partie le revenu. Dans les deux cas, le taux extrait d'une vente sous-louée est inférieur au taux du marché

et ne peut être appliqué tel quel à un sujet dont le loyer relatif diffère.

Solution de l'exercice 32.4 — Coût d'occupation selon le logement repris

Le financement est inchangé : prêt de 808 000 $, service annuel de 51 635,62 $, dépenses supportées de 16 920 $ et coût d'opportunité de 2 219,60 $, soit une sortie brute de 70 775,22 $. S'il reprend le rez-de-chaussée, l'acheteur perçoit les loyers du deuxième et du troisième, $(1\,188\,\$ + 1\,251\,\$) \times 12 \times 0{,}97 = 28\,389{,}96\,\$$, d'où un coût net de 42 385,26 $ par année ou 3 532,11 $ par mois, et 1 813,08 $ par mois hors remboursement de capital (1 719,02 $ par mois en moyenne sur cinq ans). S'il reprend le deuxième, il perçoit $(1\,047\,\$ + 1\,251\,\$) \times 12 \times 0{,}97 = 26\,748{,}72\,\$$; le coût net monte à 44 026,50 $ par année, 3 668,88 $ par mois, et 1 949,85 $ hors capital : 136,77 $ de plus par mois, soit l'écart des deux loyers contractuels net de trois pour cent. Les deux logements ayant le même loyer de marché, l'acheteur se procure le même service de logement dans les deux cas ; il est donc rationnel de reprendre celui dont le loyer contractuel est le plus bas et de conserver le locataire qui paie le plus. C'est d'ailleurs ce que le marché anticipe lorsqu'il paie une prime pour un plex dont un logement est très sous-loué. La reprise doit toutefois respecter l'art. 1957 C.c.Q. (locateur personne physique, usage pour lui-même ou un proche énuméré), l'art. 1958 (pas de reprise en indivision sauf avec son conjoint), l'art. 1959.1 (protection du locataire de 65 ans et plus occupant depuis dix ans sous le seuil de revenu) et les délais d'avis ; en cas de refus du locataire, l'autorisation du Tribunal administratif du logement est requise et la bonne foi du locateur peut être contestée (art. 1968).

Solution de l'exercice 32.5 — Régression du taux sur le loyer relatif

Sur les 127 ventes, la régression $R_j = a + b(\rho_j - 1) + \varepsilon_j$ donne $a = 3{,}451\,\%$ et $b = 0{,}028\,4$, avec un écart-type résiduel de 0,685 % et un R^2 de 0,071 (fonction `regression_taux_loyer_relatif`). Pour le sujet, $\rho_s = 0{,}848$ et le taux ajusté est $3{,}451\,\% + 0{,}028\,4 \times (-0{,}152) = 3{,}020\,\%$; la valeur capitalisée est $22\,033{,}96\,\$ / 0{,}030\,2 = 729\,549\,\$$, contre $22\,033{,}96\,\$ / 0{,}031\,7 = 695\,078\,\$$ au taux médian, soit cinq pour cent de plus. L'ajout de l'état (centré sur 3) et du nombre de logements (centré sur 3) donne $a = 3{,}426\,\%$, $b_\rho = 0{,}030\,2$, $b_{\text{état}} = -0{,}000\,7$ (sept points de base de moins par échelon d'état) et $b_n = -0{,}000\,6$ (six points de base de moins pour un triplex par rapport à un duplex), avec un R^2 de 0,080 : les coefficients de l'état et de la taille ont les signes attendus mais sont petits, le coefficient du loyer relatif est stable et la part expliquée de la dispersion reste faible, ce qui confirme que le marché des plex est bruyant et que ses taux dépendent d'abord du loyer relatif, ensuite de facteurs non observés (négociation, projet de l'acheteur, état réel). La régression $\ln MRB_j = a' + b'(\rho_j - 1)$ donne $a' = 2{,}911$ et $b' = -0{,}956$ ($R^2 = 0{,}108$), soit un multiplicateur de $e^{2{,}911} = 18{,}37$ pour un immeuble loué au marché et une pente proche de la valeur -1 prédite par la proposition 32.1 lorsque les dépenses sont proportionnelles au revenu, ce qui est la loi de génération du jeu ; pour le sujet, le multiplicateur ajusté est $e^{2{,}911 - 0{,}956 \times 0{,}152} = 21{,}25$ et l'indication

correspondante 888 878 $.

Solution de l'exercice 32.6 — Pondérations alternatives et fourchette

Avec les indications $V_{\text{log}} = 918\,000\,\$$, $V_{\text{MRB}} = 922\,396\,\$$ et $V_{\text{cap}} = 729\,549\,\$$: (a) poids 40/35/25 : 367 200 $+322 838,46 $+182 387,30 $ = 872 426 $; (b) poids égaux : (918 000 $+ 922 396 $ + 729 549 $)/3 = 856 648 $; (c) poids 20/20/60 : 183 600 $ + 184 479,12 $ + 437 729,52 $ = 805 809 $; (d) poids 50/50/0 : 920 198 $. L'étendue des quatre résultats est de 114 389 $, soit treize pour cent de la pondération retenue, et elle vient entièrement du poids accordé à la capitalisation. La pondération (d) convient à un duplex ou à un triplex de quartier central dont l'acheteur probable est un occupant et dont les dépenses sont mal connues : le revenu ne sert alors que de contrôle de vraisemblance. La pondération (a) est celle de l'ouvrage pour le même type d'immeuble lorsque le revenu net a été normalisé et que le taux a été ajusté au loyer relatif ; le poids de 25 % reconnaît l'information du revenu sans lui laisser dicter une conclusion que les acheteurs du segment ne reconnaîtraient pas. La pondération (b) est celle du doute : elle convient lorsque les comparables sont peu nombreux ou éloignés. La pondération (c) convient à un quadruplex ou à un quintuplex entièrement loué, bien documenté, dont l'acheteur probable est un investisseur ; au-delà de six logements, le revenu devient l'indication principale (chapitre 33). Justification à rédiger (exemple) : le sujet est un triplex de 1948 dans un quartier où quarante-huit ventes de plex ont été conclues en vingt-quatre mois, dont vingt-huit triplex ; cinq comparables récents, de même quartier, de taille et de loyer relatif voisins, ont été retenus et leurs prix par logement et multiplicateurs convergent à moins de un pour cent ; l'acheteur probable est un ménage occupant, financé par un prêt assuré, dont le critère est le coût d'occupation. La capitalisation du revenu net normalisé, à un taux ajusté au loyer relatif, indique 729 549 $; l'écart tient aux coûts fixes, à la gestion imputée et à la réserve, que le marché des occupants ne valorise pas de cette façon. La pondération 40/35/25 conduit à 872 426 $, arrondie à 870 000 $; la fourchette présentée au rapport est de 810 000 $ à 920 000 $, bornée par les pondérations (c) et (d).

Solution de l'exercice 32.7 — Valeur actualisée du manque à gagner et faculté de reprise

L'écart de loyer de la première année est $(1\,430\,\$ - 1\,047\,\$) \times 12 = 4\,596\,\$$; les années suivantes, il croît parce que le loyer de marché augmente de 3,5 % et le loyer contractuel de 3,1 % seulement : $(1430 \times 1{,}035^{t-1} - 1047 \times 1{,}031^{t-1}) \times 12$. Actualisée à six pour cent en fin d'année, la valeur du manque à gagner est de 4 335,85 $ si le bail est reconduit un an, de 12 835,08 $ sur trois ans et de 40 791,47 $ sur dix ans. Même dans l'hypothèse la plus défavorable d'un locataire qui demeure dix ans, le manque à gagner actualisé ne représente que 4,7 % de l'indication pondérée de 872 426 $ et 14 % de la prime d'occupation de 292 067 $ estimée à la section 32.5 ; inversement, la faculté de reprendre le logement au terme du bail, c'est-à-dire d'éviter ce manque à gagner, vaut au plus quelques dizaines de milliers de dollars. Le rattrapage des loyers explique donc une

part réelle mais modeste des prix élevés des plex ; l'essentiel de l'écart entre le prix et la valeur d'investissement vient de la demande d'occupants, de leur financement avantageux et de leurs anticipations d'appréciation. Pour que la reprise soit possible, l'acheteur doit être une personne physique (art. 1957 C.c.Q.) ; s'il achète en indivision, son seul coïndivisaire doit être son conjoint (art. 1958) ; le locataire ne doit pas être protégé par l'art. 1959.1 (65 ans ou plus, dix ans d'occupation, revenu sous le seuil) ; l'avis doit être donné dans les délais du Code et, en cas de refus, le Tribunal doit autoriser la reprise, le locateur devant démontrer sa bonne foi (art. 1968). Le moratoire de la Loi 65 ne vise pas la reprise mais l'éviction de l'art. 1959.

Chapitre 33 — Immeubles de six logements et plus

Solution de l'exercice 33.1 — Trois unités pour un immeuble de seize logements

Les prix unitaires du sujet du cas 3 sont de 171 666,67 $ par logement, 2 496,97 $ par mètre carré et 93 636,36 $ par chambre. Appliqués au comparable, ils donnent $16 \times 171\,666{,}67\,\$ = 2\,746\,667\,\$$, $1040 \times 2\,496{,}97\,\$ = 2\,596\,848\,\$$ et $26 \times 93\,636{,}36\,\$ = 2\,434\,545\,\$$: l'écart entre l'indication la plus haute et la plus basse est de 12,8 %. La raison tient à la composition, que l'équation (33.2) rend explicite : le comparable a des logements plus petits que le sujet (65 m² contre 68,75 m² en moyenne) et moins de chambres par logement (1,625 contre 1,83). Le prix par logement, qui ignore ces différences, suppose implicitement que chaque logement du comparable vaut autant qu'un logement du sujet, ce qui le surévalue ; le prix par chambre, qui compte des unités plus petites, le sous-évalue si les logements d'une chambre valent plus que la moitié d'un logement de deux chambres, ce qui est généralement le cas. Le prix par mètre carré est le plus défendable lorsque la superficie locative est fiable, parce qu'il normalise la dimension qui varie le plus ; mais lui aussi ignore le nombre de logements, et donc le nombre de cuisines et de salles de bain, qui coûtent et se louent plus que les mètres carrés de séjour. En pratique, l'évaluateur retient l'unité dont la dispersion entre comparables est la plus faible et ajuste les autres caractéristiques, ou, mieux, passe par le revenu : c'est le loyer de chaque logement qui capitalise correctement sa taille et son nombre de pièces.

Solution de l'exercice 33.2 — Le sixième logement et la taxe foncière à Québec

Pour l'immeuble de cinq logements, la taxe foncière générale est de $1\,800\,000\,\$ \times 0{,}007\,464 = 13\,435{,}20\,\$$ et les tarifs de $5 \times (386\,\$ + 195\,\$) = 2\,905\,\$$, soit 16 340,20 $. Pour l'immeuble de six logements, la taxe est de $1\,800\,000\,\$ \times 0{,}007\,697 = 13\,854{,}60\,\$$ et les tarifs de $6 \times 581\,\$ = 3\,486\,\$$, soit 17 340,60 $. L'écart attribuable au seul taux est de $1\,800\,000\,\$ \times (0{,}007\,697 - 0{,}007\,464) = 419{,}40\,\$$; l'écart total, tarifs compris, est de 1 000,40 $, dont 581 $ proviennent simplement du logement supplémentaire, qui génère aussi un loyer. Capitalisé à 5,5 %, l'écart de taux représente $419{,}40\,\$ / 0{,}055 = 7\,625\,\$$ de valeur, soit environ 0,4 % de la valeur au rôle : le changement de catégorie a un effet réel mais modeste, bien inférieur à celui d'un point d'inoccupation ou de dix points

de base de taux. L'important pour l'évaluateur est de ne pas l'oublier : un compte de taxes reporté de l'année précédente, ou un immeuble de six logements normalisé au taux des « 1 à 5 logements », surestime le revenu net d'un montant qui, capitalisé, dépasse plusieurs milliers de dollars ; et, à l'inverse, un sextuplex dont un logement serait supprimé pour en faire un cinq logements changerait de catégorie, ce qui entre dans l'analyse de la plus haute et meilleure utilisation.

Solution de l'exercice 33.3 — Effet de taille selon le cas 3

Le taux prédit pour trente-six logements est $R_{36} = 4{,}567\,\% - 24 \times 2{,}27\,\text{pb} = 4{,}021\,\%$, soit un écart de $-54{,}6$ points de base par rapport au douze logements. Avec un revenu net de 7 496,31 $ par logement, la valeur par logement passe de $7\,496{,}31\,\$ / 0{,}045\,67 = 164\,141\,\$$ à $7\,496{,}31\,\$ / 0{,}040\,21 = 186\,426\,\$$, soit une prime de taille de 13,6 %. La régression du cas 4 prédit, pour un doublement de la taille, une baisse du taux de 2,16 % de sa valeur, soit environ 10 à 12 points de base à un taux de 4,6 à 5,5 %, et pour le triplement de douze à trente-six logements une baisse de $3^{-0{,}0315} - 1 = -3{,}4\,\%$, soit une quinzaine de points de base à Montréal : la prime de taille du cas 4 est trois à quatre fois plus faible que celle extrapolée du cas 3. L'extrapolation du cas 3 est fragile pour trois raisons. D'abord, l'échantillon ne contient aucun immeuble de plus de trente logements : la pente linéaire est estimée sur la tranche de 6 à 30 et rien ne garantit qu'elle se maintienne au-delà ; une relation linéaire en n finirait d'ailleurs par donner des taux absurdes pour les grands immeubles, alors qu'une relation en $\ln n$, comme dans le cas 4, s'aplatit naturellement. Ensuite, la pente du cas 3 est estimée sur quarante observations avec une précision limitée, et la régression du chapitre 47 signale que l'effet d'état n'y est pas statistiquement distinguable de zéro. Enfin, l'effet de taille dans le cas 3 est en partie un effet de quartier et de qualité : les grands immeubles de l'échantillon sont surtout situés au Plateau et à Ahuntsic, où les taux sont plus bas pour d'autres raisons. La leçon est que la prime de taille existe, qu'elle est faible et qu'elle doit être estimée dans la tranche de taille du sujet.

Solution de l'exercice 33.4 — Le mauvais marché

Au taux montréalais de 4,415 %, la valeur serait $366\,800\,\$ / 0{,}044\,15 = 8\,308\,041\,\$$, contre 6 716 534 $ au taux de régression : l'erreur est de 1 591 507 $, soit 23,7 % de l'indication correcte, ou 44 209 $ par logement. La décomposition de l'équation (33.12) part d'un immeuble montréalais de douze logements ayant l'état (2) et l'âge (72 ans) du sujet, dont le taux prédit est de 4,726 % ; le passage à trente-six logements multiplie le taux par $3^{-0{,}0315} = 0{,}965\,9$, soit $-16{,}1$ points de base, et le passage à Gatineau le multiplie par $e^{0{,}1792} = 1{,}196\,2$, soit $+89{,}6$ points de base ; le produit redonne 5,461 %. L'effet de région explique donc la totalité de l'erreur, et au-delà : la taille joue dans l'autre sens et réduit l'écart, de sorte que si l'évaluateur avait au moins ajusté le taux montréalais pour la taille, il aurait aggravé son erreur. On remarquera que le taux montréalais de départ (4,415 %, médiane du cas 3) et le taux prédit par la régression du cas 4 pour un immeuble

montréalais de douze logements d'état 2 et de 72 ans (4,726 %) diffèrent de 31 points de base : le premier correspond à un immeuble d'état moyen de 1962 dans un échantillon de ventes de 6 à 30 logements, le second à un immeuble en état inférieur et plus vieux dans un autre jeu de données ; cette différence rappelle que les taux ne se transposent pas d'un dossier à l'autre sans contrôle de l'état et de l'âge, même à l'intérieur d'une région.

Solution de l'exercice 33.5 — État locatif et baux

Le revenu brut potentiel est surévalué de $4 \times 120\,\$ \times 12 = 5\,760\,\$$. Après la provision pour inoccupation de 3,8 % et les frais de gestion de 4 % du revenu brut effectif, le revenu net est surévalué de $5\,760\,\$ \times (1 - 0{,}038) \times (1 - 0{,}04) = 5\,319{,}48\,\$$, et la valeur, au taux de 5,461 %, de $5\,319{,}48\,\$ / 0{,}054\,61 = 97\,406\,\$$, soit 1,45 % de l'indication de 6 716 534 $: chaque dollar de loyer mensuel surévalué vaut ici 203 $ de valeur, conformément à l'équation (33.5). L'ordre de grandeur est modeste pour quatre baux, mais la découverte de quatre écarts sur trente-six change la nature du dossier : l'état locatif remis par le vendeur n'est plus une pièce fiable, et l'évaluateur doit soit vérifier les trente-deux autres baux un à un (ce qu'il aurait dû faire de toute façon pour un immeuble de six logements et plus, en l'absence de formulaire de déclarations du vendeur), soit, s'il ne peut les obtenir, déclarer une hypothèse extraordinaire sur l'exactitude des loyers restants et en chiffrer l'incidence. Le rapport doit mentionner les écarts constatés, la source retenue pour le revenu (les baux, non l'état locatif) et la limite à l'étendue du travail s'il en subsiste une ; la Norme de pratique 2 de l'OEAQ et les CUSPAP l'exigent. L'écart révèle aussi un risque de litige : des loyers supérieurs à ceux des baux signés peuvent correspondre à des augmentations non acceptées, dont le Tribunal pourrait ordonner le remboursement.

Solution de l'exercice 33.6 — Primes régionales et incertitude

Pour un immeuble de vingt-quatre logements, d'état 3, de quarante-cinq ans et sans risque, le vecteur de caractéristiques est $(1,\ 0,\ \ln 2,\ 0,\ 0,\ -0{,}5,\ \text{indicatrice de région})$ et la prédiction, corrigée du facteur de Duan (1,001 1), donne 4,52 % à Montréal, 5,74 % à Québec, 5,41 % à Gatineau, 5,67 % à Sherbrooke, 6,34 % à Trois-Rivières et 6,01 % au Saguenay. Les effets régionaux ponctuels, $e^{\hat{\gamma}} - 1$, sont de +26,8 %, +19,6 %, +25,3 %, +40,2 % et +32,9 % respectivement, et les intervalles à 95 % construits avec les erreurs-types HC1 ($e^{\hat{\gamma} \pm 1{,}96 s} - 1$) sont approximativement de 21,8 % à 32,1 % pour Québec, de 14,1 % à 25,4 % pour Gatineau, de 18,7 % à 32,1 % pour Sherbrooke, de 32,1 % à 48,8 % pour Trois-Rivières et de 23,7 % à 42,7 % pour le Saguenay ($R^2 = 0{,}883$, $n = 48$). Ces intervalles ont deux lectures. La première est rassurante : même avec six à huit immeubles par région, la prime régionale est estimée à une dizaine de points de pourcentage du taux près, soit quelque 50 points de base, parce que les autres caractéristiques (état, taille, âge, risques) sont contrôlées et que la dispersion résiduelle du jeu synthétique est faible. La seconde est une mise en garde : 50 points de base représentent près de 10 % de la

valeur à un taux de 5,5 %, et dans un marché réel la dispersion résiduelle serait bien plus forte, les ventes vérifiables plus rares, et les caractéristiques des immeubles moins bien mesurées. L'évaluateur qui ne dispose que de quelques ventes locales ne doit donc pas espérer un taux régional « au point de base » ; il doit établir un intervalle, le documenter (ventes vérifiées, publications pour les régions voisines, raisonnement sur les loyers, l'inoccupation et la croissance), choisir un taux central justifié et rapporter la sensibilité de la valeur aux bornes de l'intervalle, comme le fait le tableau 33.10. La régression sur un échantillon interrégional, lorsqu'elle est possible, est précisément l'outil qui permet d'emprunter l'information des autres régions pour préciser la sienne, à condition que la forme fonctionnelle soit plausible et déclarée.

Solution de l'exercice 33.7 — Immeuble neuf : coût et revenu

(a) Le coût de construction indexé est 6 400 000 $ × 1,092 = 6 988 800 $; avec le terrain, le coût total est de 8 088 800 $, soit 337 033 $ par logement. (b) Le revenu brut potentiel est de 24 × 1 975 $ × 12 = 568 800 $; le revenu brut effectif, après une inoccupation de 5,6 %, de 536 947 $; le revenu net, après 32 % de dépenses et de réserve, de 365 124 $. Capitalisé à 4,50 %, il donne 8 113 869 $; à 4,75 %, 7 686 823 $. (c) Le taux global implicite du coût total est de 365 124 $ / 8 088 800 $ = 4,51 %, exactement au bas de la fourchette des taux publiés pour la construction neuve. Trois conséquences. Sur la faisabilité : le projet ne dégage une marge de promoteur que si le marché accepte le bas de la fourchette ; au haut de la fourchette, la valeur est inférieure au coût de 402 000 $, et c'est le signe d'un marché où les coûts de construction, qui ont augmenté de 9,2 % en un an, ont rattrapé les valeurs ; le chapitre 41 montre comment ce rapport entre coût et valeur détermine la décision de construire. Sur la valeur marchande : la méthode du coût borne l'indication (un acheteur ne paiera pas durablement plus que le coût de reproduire l'immeuble, et un promoteur ne construira pas pour moins), mais c'est la méthode du revenu qui la fixe, parce que l'acheteur d'un immeuble neuf achète un revenu stabilisé ; l'évaluateur retient une valeur dans la fourchette de 7,69 $ à 8,11 $ millions et motive la pondération, le coût recevant un poids d'appoint justifié par la nouveauté de l'immeuble et la connaissance précise du coût. Il vérifie en outre que le revenu est stabilisé : une inoccupation de 5,6 % est celle du parc récent de l'île, mais un immeuble en cours de mise en location peut en être loin, et l'exclusion de la fixation pendant cinq ans (art. 1955 C.c.Q.) ne vaut que si les baux la prévoient et indiquent le loyer maximal. Sur la valeur assurable : elle est de l'ordre du coût de reconstruction du bâtiment, 6 988 800 $ hors terrain, selon les termes de la police (équation (33.6)), et non de la valeur marchande moins le terrain, qui serait de 6,59 $ à 7,01 $ millions selon le taux retenu ; ici les deux sont proches parce que l'immeuble est neuf, mais elles divergeraient avec l'âge.

Chapitre 34 — TAL, encadrement locatif et scénarios

Solution de l'exercice 34.1 — Pourcentage de base

Les trois variations annuelles sont $(161{,}0 - 157{,}2)/157{,}2 = 2{,}417\,\%$, $(157{,}2 - 153{,}6)/153{,}6 = 2{,}344\,\%$ et $(153{,}6 - 147{,}0)/147{,}0 = 4{,}490\,\%$; leur moyenne est de 3,084 %, que le Tribunal publierait arrondie à 3,1 %. Si A valait 155,0, la première variation deviendrait $(155{,}0 - 157{,}2)/157{,}2 = -1{,}399\,\%$ et la moyenne $(-1{,}399 + 2{,}344 + 4{,}490)/3 = 1{,}81\,\%$: une déflation d'une année n'annule pas le pourcentage de base, parce que les deux variations antérieures continuent de peser ; seul un résultat négatif de la moyenne est réputé nul (art. 3.1, 3e al.). Le pourcentage de base de l'année suivante est prévisible parce que deux de ses trois composantes, $(B - C)/C$ et $(C - D)/D$, sont déjà connues à la fin de la période de référence, et que la troisième, $(A - B)/B$, se déduit de l'inflation en cours : à la fin de 2026, on sait déjà que la fixation de 2027 reposera sur les variations de 2025 (2,47 %) et de 2024 (2,33 %), de sorte qu'avec une inflation de 2026 voisine de 3 %, le pourcentage de base de 2027 s'établirait autour de 2,6 %.

Solution de l'exercice 34.2 — Franchise sur les taxes

La part attribuable est $s = 1\,100 \times 12/180\,000 = 7{,}333\,\%$. La variation des taxes est de $(26\,400 - 24\,000)/24\,000 = 10\,\%$; le pourcentage net est $10 - 3{,}1 = 6{,}9\,\%$; il s'applique au montant mensuel de la période de référence, $24\,000/12 = 2\,000\,\$$, puis à la part : $0{,}069 \times 2\,000 \times 0{,}07333 = 10{,}12\,\$$ par mois. Pour une hausse de 6 %, le pourcentage net est de 2,9 % et le montant de $0{,}029 \times 2\,000 \times 0{,}07333 = 4{,}25\,\$$. Pour une hausse de 2 %, inférieure au pourcentage de base, le résultat de la soustraction est négatif et réputé nul : rien n'est répercuté au titre des taxes, la hausse étant réputée couverte par le pourcentage de base appliqué au loyer ($1\,100 \times 0{,}031 = 34{,}10\,\$$).

Solution de l'exercice 34.3 — Fixation complète du logement 201

Part attribuable : $s_{201} = 1\,144 \times 12/174\,900 = 7{,}849\,\%$. Pourcentage de base : $1\,144 \times 0{,}031 = 35{,}46\,\$$. Taxes municipales : hausse de 5 %, pourcentage net $5{,}0 - 3{,}1 = 1{,}9\,\%$, appliqué au montant mensuel de 2025, $10\,631/12 = 885{,}92\,\$$, puis à la part : $0{,}019 \times 885{,}92 \times 0{,}07849 = 1{,}32\,\$$. Taxes scolaires : hausse de 1,9 %, inférieure au pourcentage de base, rien. Assurances : baisse de 12,3 %, rien. Dépenses d'immobilisation : $0{,}05 \times 40\,000 = 2\,000\,\$$ par an pour l'immeuble, soit $2\,000 \times 0{,}07849/12 = 13{,}08\,\$$ par mois. Total avant arrondi : $35{,}46 + 1{,}32 + 13{,}08 = 49{,}87\,\$$; nouveau loyer $1\,144 + 49{,}87 = 1\,193{,}87$, arrondi à $1\,194\,\$$ (art. 15.1), soit une augmentation de $50\,\$$ ou 4,37 %. L'écart au marché est de $1\,345 - 1\,144 = 201\,\$$; l'augmentation en résorbe 24,9 %, et encore cette fraction est-elle surestimée puisque le loyer de marché aura lui-même progressé d'ici au terme du bail.

Solution de l'exercice 34.4 — Espérance du rapport de loyer

$\delta = 1{,}031/1{,}035 = 0{,}99614$ et $a = 0{,}9 \times 0{,}99614 = 0{,}89652$. Par l'équation (34.8), $\mathrm{E}[q_1] = 0{,}70{\times}0{,}89652{+}0{,}10 = 0{,}7276$; $\mathrm{E}[q_5] = 0{,}70{\times}0{,}89652^5{+}0{,}10\,(1{-}0{,}89652^5)/(1{-}0{,}89652) = 0{,}8121$; $\mathrm{E}[q_{10}] = 0{,}8770$. La limite est $q_\infty = 0{,}10/(1 - 0{,}89652) = 0{,}9664$: le logement se stabilise, en moyenne, à 96,6 % du marché. La probabilité que le locataire initial soit encore en place après dix ans est $0{,}9^{10} = 0{,}3487$, et la durée espérée de son occupation restante est $1/0{,}10 = 10$ ans. Avec une rotation de 20 %, $a = 0{,}8 \times 0{,}99614 = 0{,}79691$ et $q_\infty = 0{,}20/(1 - 0{,}79691) = 0{,}9848$: doubler la rotation ne gagne que 1,8 point sur la limite, mais accélère beaucoup la convergence, puisque a^{10} passe de 0,335 à 0,103.

Solution de l'exercice 34.5 — Éviction : coût et délai de récupération

Le locataire occupe le logement depuis dix-huit ans à la date d'évaluation ; l'indemnité de l'article 1965 C.c.Q. est d'un mois de loyer par année de location ininterrompue, bornée entre trois et vingt-quatre mois, soit $18 \times 728 = 13\,104$ $, à laquelle s'ajoutent des frais de déménagement de 1 500 $, pour un total de 14 604 $; le Tribunal peut accorder davantage. Le gain de loyer, si le logement était ensuite reloué au marché, serait de $(1\,047 - 728) \times 12 = 3\,828$ $ par an, de sorte que la dépense serait récupérée en $14\,604/3\,828 = 3{,}8$ ans, avant impôt et sans compter les travaux. Ce calcul est toutefois sans portée pour la valeur marchande, pour cinq raisons. Premièrement, l'article 1959 ne permet l'éviction que pour subdiviser le logement, l'agrandir substantiellement ou en changer l'affectation : relouer le même logement plus cher n'est pas un motif, et un logement évincé ne peut être reloué à une autre fin sans l'autorisation du Tribunal, qui en fixe alors le loyer (art. 1970 pour la reprise ; art. 1963 et 1964 pour la preuve exigée). Deuxièmement, la Loi 65 interdit toute éviction de ce type avant le 6 juin 2027, et rien ne garantit que le moratoire ne soit pas prolongé. Troisièmement, si le locataire ou son conjoint a 65 ans ou plus, occupe depuis au moins dix ans, ce qui est le cas, et dispose d'un revenu égal ou inférieur à 125 % du seuil d'admissibilité au logement à loyer modique, l'éviction est interdite (art. 1959.1). Quatrièmement, le locateur doit prouver sa bonne foi et s'expose à des dommages-intérêts punitifs (art. 1968). Enfin, une telle stratégie est celle d'un acheteur particulier et relève de la valeur d'investissement ; dans un rapport de valeur marchande, elle ne pourrait figurer qu'à titre d'hypothèse extraordinaire divulguée avec son incidence, conformément aux Normes de pratique professionnelle de l'OEAQ.

Solution de l'exercice 34.6 — Scénarios par script

Avec `valeur_scenario(d, rotation=0.10, g_c=0.025)`, la valeur est de 2 049 073 $, soit 7,2 % de moins que la base de 2 208 566 $ et 0,6 % de plus que la capitalisation directe (2 037 503 $). En ajoutant `fraction_rattrapage=0.5`, elle tombe à 1 829 294 $ (−17,2 %) : le rattrapage partiel pèse davantage que la rotation réduite, parce qu'il affecte chaque relocation pendant dix ans et le revenu terminal. En ajoutant plu-

tôt `recuperation_capex=True` au premier scénario, la valeur remonte à 2 148 793 $ (−2,7 %). Paragraphe de rapport : « La valeur de 2 210 000 $ repose sur une relocation de deux logements par an au loyer de marché et sur une indexation des baux reconduits de 3,1 %, pourcentage de base publié par le Tribunal administratif du logement pour 2026. Si la rotation n'était que d'un logement par an et le pourcentage de base de 2,5 %, la valeur s'établirait à environ 2 050 000 $, niveau voisin de l'indication par capitalisation directe ; si, de surcroît, les nouveaux locataires n'acceptaient que la moitié de l'écart au marché, elle descendrait vers 1 830 000 $. La récupération, permise par le Règlement, de 5 % des travaux programmés ramènerait le premier de ces scénarios vers 2 150 000 $. Aucune éviction ni reprise n'est supposée ; le moratoire de la Loi 65 court jusqu'au 6 juin 2027. »

Solution de l'exercice 34.7 — Statique comparative de la limite

La récurrence $\mathrm{E}[q_t] = a\ \mathrm{E}[q_{t-1}] + \rho$ admet le point fixe $q_\infty = a\,q_\infty + \rho$, d'où $q_\infty = \rho/(1-a) = \rho/[1-(1-\rho)\delta]$. En dérivant par rapport à ρ : $\partial q_\infty/\partial\rho = \{[1-(1-\rho)\delta] - \rho\,\delta\}/[1-(1-\rho)\delta]^2 = (1-\delta)/[1-(1-\rho)\delta]^2$, positive dès que $\delta < 1$. Avec $\delta = 1{,}031/1{,}035 = 0{,}996135$: pour $\rho = 5\,\%$, le dénominateur vaut $(1 - 0{,}95 \times 0{,}996135)^2 = 0{,}05367^2$ et la dérivée $0{,}003865/0{,}002881 = 1{,}34$; pour $\rho = 15\,\%$, le dénominateur vaut $0{,}15328^2$ et la dérivée 0,16. Un point de rotation supplémentaire relève donc la limite de 1,34 point lorsque la rotation est de 5 %, mais de 0,16 point seulement lorsqu'elle est de 15 % ; les limites sont respectivement 0,9316, 0,9786 et 0,9885 pour 5 %, 15 % et 25 %. Avec un rattrapage partiel φ, le logement reloué passe à $L\delta' + \varphi(M - L\delta')$ en unités de marché, soit $q \mapsto (1-\varphi)\,q\delta + \varphi$; la récurrence devient $\mathrm{E}[q_t] = [(1-\rho) + \rho(1-\varphi)]\,\delta\ \mathrm{E}[q_{t-1}] + \rho\varphi = (1-\rho\varphi)\,\delta\ \mathrm{E}[q_{t-1}] + \rho\varphi$, dont le point fixe est $\rho\varphi/[1-(1-\rho\varphi)\delta]$: tout se passe comme si la rotation était $\rho\varphi$. L'interprétation est que, dans un immeuble où les locataires bougent peu, la valeur est très sensible à la rotation, parce que chaque départ est l'un des rares événements qui ramènent un loyer au marché et que la limite est loin de un ; dans un immeuble à forte rotation, la convergence est presque acquise et la rotation importe peu, mais le pourcentage de base et le rattrapage effectif à la relocation gardent toute leur importance. L'évaluateur doit donc documenter l'historique des départs d'un immeuble à loyers très déprimés avec un soin particulier, et se rappeler que ces locataires-là sont, précisément, ceux qui ont le moins de raisons de partir.

Chapitre 35 — Indices immobiliers et ventes répétées

Solution de l'exercice 35.1 — Médiane et effet de composition

La médiane varie de $480\,000/450\,000 - 1 = 6{,}67$ %. L'effet de composition attribuable à la superficie est, avec la forme log-log du modèle de référence, $(150/140)^{0{,}539} - 1 = \exp(0{,}539\ln 1{,}0714) - 1 = \exp(0{,}03720) - 1 = 3{,}79$ % : les maisons vendues la seconde année valaient, à prix constants, 3,79 % de plus par leur seule taille. La variation pure est le rapport des deux facteurs, $1{,}0667/1{,}0379 - 1 = 2{,}77$ %, soit moins de la moitié de

la hausse affichée par la médiane. La correction est incomplète : il faudrait connaître, pour les deux années, la répartition des ventes par secteur (la prime d'Aylmer sur Hull vaut 8,9 % dans le modèle de référence), l'âge médian, la qualité, le type de bâtiment et les équipements ; c'est exactement ce que la décomposition (35.2) fait pour toutes les caractéristiques à la fois, et ce que la stratification ne fait que pour les strates observées.

Solution de l'exercice 35.2 — Lire un indice à indicatrices temporelles

Les indices sont $100\exp(\hat{\tau}_t)$: 100 ; $100\exp(0{,}031) = 103{,}15$; $100\exp(0{,}058) = 105{,}97$; $100\exp(0{,}102) = 110{,}74$. La variation entre le deuxième et le troisième trimestre est $\exp(0{,}102-0{,}058)-1 = \exp(0{,}044)-1 = 4{,}50$ %, ou de façon équivalente $110{,}74/105{,}97-1$. L'intervalle de confiance à 95 % de l'indice du troisième trimestre est $100\exp(0{,}102 \pm 1{,}96\times 0{,}021) = [100\exp(0{,}0608); 100\exp(0{,}1432)] = [106{,}27; 115{,}39]$, soit environ ±4,1 % autour de 110,74 : avec une erreur-type de 0,021, typique d'un trimestre de 25 à 30 ventes, la hausse du trimestre n'est pas distinguable de zéro au seuil usuel. La différence des $\hat{\tau}$ donne directement la variation entre deux périodes quelconques parce que le modèle est additif en logarithme : $\ln \mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, 3] - \ln \mathrm{E}[P \mid \mathbf{x}, 2] = \tau_3 - \tau_2$ quel que soit $\mathbf{x}$, de sorte que l'indice est défini sans panier (définition 35.1).

Solution de l'exercice 35.3 — L'estimateur BMN à la main

Les variations logarithmiques sont $y_A = \ln(462/430) = 0{,}0718$, $y_B = \ln(512/470) = 0{,}0856$, $y_C = \ln(540/495) = 0{,}0870$ et $y_D = \ln(455/436) = 0{,}0427$. La période 0 étant omise, $\mathbf{D}$ a deux colonnes (périodes 1 et 2) : A (0 $\longrightarrow$ 1) donne $(1, 0)$; B (1 $\longrightarrow$ 2) donne $(-1, 1)$; C (0 $\longrightarrow$ 2) donne $(0, 1)$; D (0 $\longrightarrow$ 1) donne $(1, 0)$. Alors

$$\mathbf{D}^{\top}\mathbf{D} = \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}, \qquad \mathbf{D}^{\top}\mathbf{y} = \begin{pmatrix} 0{,}0718 - 0{,}0856 + 0{,}0427 \\ 0{,}0856 + 0{,}0870 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0{,}0288 \\ 0{,}1726 \end{pmatrix}.$$

La diagonale compte les paires qui touchent chaque période (trois pour la période 1, deux pour la période 2) et l'élément hors diagonale est l'opposé du nombre de paires reliant 1 et 2 (une, la paire B). L'inverse est $\frac{1}{5}\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$, d'où $\hat{\tau}_1 = (2\times 0{,}0288 + 0{,}1726)/5 = 0{,}0461$ et $\hat{\tau}_2 = (0{,}0288 + 3\times 0{,}1726)/5 = 0{,}1093$; l'indice vaut $100\exp(0{,}0461) = 104{,}71$ en période 1 et $100\exp(0{,}1093) = 111{,}55$ en période 2. Les résidus sont $y - \mathbf{D}\hat{\tau}$: 0,0257 (A), 0,0223 (B), −0,0223 (C), −0,0034 (D) ; leur produit avec la première colonne de $\mathbf{D}$ donne $0{,}0257 - 0{,}0223 - 0{,}0034 = 0$ et avec la seconde $0{,}0223 - 0{,}0223 = 0$, comme l'exigent les équations normales. Sans la paire B, aucune paire ne relierait la période 1 à la période 2 : $\mathbf{D}^{\top}\mathbf{D}$ deviendrait diagonale, $\hat{\tau}_1$ serait la moyenne de y_A et y_D (0,0573) et $\hat{\tau}_2$ vaudrait y_C (0,0870) ; les deux périodes seraient estimées indépendamment l'une de l'autre, chacune par rapport à la période 0 seulement, et la précision de la période 2, fondée sur une seule paire, serait nulle. Le graphe des périodes resterait connexe grâce à la période 0, mais à peine.

Solution de l'exercice 35.4 — Variance et poids de Case–Shiller

La variance $\hat{a}_0 + \hat{a}_1\Delta$ vaut 0,0157 (1 trimestre), 0,0193 (4), 0,0241 (8) et 0,0289 (12), soit des écarts-types de 12,53 %, 13,89 %, 15,52 % et 17,00 %. Les poids $\hat{w}_j = 1/\sqrt{\text{var}}$ sont 7,98 ; 7,20 ; 6,44 ; 5,88, et les poids relatifs à une paire d'un trimestre $\sqrt{0{,}0157/\text{var}}$: 1 ; 0,902 ; 0,807 ; 0,737. Une paire de douze trimestres compte donc pour les trois quarts d'une paire d'un trimestre dans la régression pondérée. Les paramètres structurels sont $\hat{\sigma} = \sqrt{\hat{a}_0/2} = \sqrt{0{,}00725} = 0{,}0851$, le bruit de transaction par vente, et $\hat{\delta} = \sqrt{\hat{a}_1} = \sqrt{0{,}0012} = 0{,}0346$ par racine de trimestre, la dérive idiosyncrasique, soit un écart-type de $0{,}0346\sqrt{12} = 12$ % de la valeur d'un immeuble par rapport au marché après trois ans. Si l'échantillon contenait de nombreuses reventes rénovées à court intervalle, leurs variations anormalement grandes gonfleraient les carrés des résidus aux petits Δ et abaisseraient la pente, qui pourrait devenir négative, comme dans l'exemple intégral ($\hat{a}_1 = -0{,}00023$ sur toutes les paires, +0,00053 sans les reventes rénovées) ; une pente négative est un signal de contamination des courts intervalles, non une propriété du marché.

Solution de l'exercice 35.5 — Un indice SPAR sur dix ventes

La somme des prix est 5 094 000 $ et celle des valeurs au rôle 4 716 000 $, d'où un rapport arithmétique de 1,0802. Les rapports individuels sont 1,0894 ; 1,0365 ; 1,1028 ; 1,0471 ; 1,1042 ; 1,0417 ; 1,1275 ; 1,0341 ; 1,0945 ; 1,1083, et la moyenne de leurs logarithmes vaut 0,0752, d'où un rapport géométrique de $\exp(0{,}0752) = 1{,}0781$; la différence avec le rapport arithmétique tient à ce que celui-ci pondère chaque immeuble par sa valeur. L'indice SPAR du trimestre est $100 \times 1{,}0802/1{,}045 = 103{,}36$ en version arithmétique et $100 \times 1{,}0781/1{,}045 = 103{,}16$ en version géométrique : les prix ont monté d'environ 3,2 à 3,4 % depuis le trimestre de base, à qualité constante au sens du rôle. Avant de s'y fier, il faut vérifier l'uniformité du rôle par les statistiques de ratio du chapitre 18 : un COD raisonnable (dispersion des rapports) et surtout un PRD proche de 1 et un PRB proche de 0, faute de quoi le rapport prix/valeur dépend du niveau de valeur et la composition des ventes par gamme de prix réapparaît dans l'indice.

Solution de l'exercice 35.6 — L'ajustement de conditions du marché selon l'indice

Avec $A = P\,(I_{2026\text{T3}}/I_{2025\text{T2}} - 1)$ et les valeurs du tableau 35.4 : hédonique, $506\,500 \times (122{,}04/112{,}13 - 1) = 44\,760$ $ (+8,84 %) ; BMN, $506\,500 \times (120{,}68/113{,}42 - 1) = 32\,406$ $ (+6,40 %) ; Case–Shiller, $506\,500 \times (120{,}48/113{,}25 - 1) = 32\,359$ $ (+6,39 %) ; médiane, $506\,500 \times (128{,}63/118{,}35 - 1) = 44\,009$ $ (+8,69 %) ; tendance, $506\,500 \times [\exp(0{,}00364 \times 15{,}2) - 1] = 506\,500 \times 0{,}0568 = 28\,774$ $ (+5,68 %), la vérité de génération étant de 28 558 $. Le classement va de la tendance (la plus basse et la plus proche de la vérité) aux ventes répétées, puis à la médiane et à l'indice hédonique. L'écart de 16 000 $ entre l'indice hédonique et la tendance estimée sur les mêmes 600 ventes vient entièrement du dernier trimestre : 2026T3 ne compte que 22 ventes, son indicatrice a une erreur-

type de 0,018 et sa valeur, 122,04, se situe 5 % au-dessus de la tendance, à l'intérieur de son propre intervalle de confiance [117,72; 126,52], qui contient aussi la tendance (116,5). Rien, statistiquement, ne distingue les deux lectures ; la tendance emprunte sa précision à l'ensemble de la période, l'indicatrice n'a que 22 ventes. Paragraphe type : « L'ajustement de conditions du marché est fondé sur la variation des prix des unifamiliales du secteur entre mai 2025 et septembre 2026, estimée à 5,7 % par la tendance d'un modèle hédonique estimé sur 600 ventes de janvier 2023 à août 2026 (0,364 % par mois). Les indices trimestriels construits sur les mêmes ventes (indicatrices : 8,8 % ; ventes répétées : 6,4 %) et la médiane de l'APCIQ pour le secteur encadrent ce taux ; la dispersion de ces mesures, de 5 à 9 %, est intégrée à la fourchette de valeur. Le dernier trimestre repose sur 22 ventes et sa valeur est susceptible de révision. »

Solution de l'exercice 35.7 — Révision et filtres : expérience sur le script

(a) Avec `PART_FLIP` $= 0$, aucune paire n'est rénovée : la hausse totale BMN se rapproche de celle de l'oracle de l'exemple (18,4 % pour une vérité de 16,4 % ; l'écart restant est le bruit d'échantillonnage de quelque 170 paires) et la pente $\hat{a}_1$ redevient positive, de l'ordre de +0,0005 par trimestre, du signe de la loi de génération ($\delta^2 = 0{,}0012$). Avec 0,30, près d'une paire sur trois est rénovée : la hausse mesurée dépasse la vérité de plusieurs points de plus qu'avec 0,15 (où le biais imputable aux reventes rénovées était de 2,3 points, 20,7 % contre 18,4 %), et la pente $\hat{a}_1$ devient franchement négative, puisque les courts intervalles concentrent les grandes variations. Les valeurs exactes dépendent de la graine et doivent être lues dans la sortie du script. (b) Le filtre à 12 mois élimine, dans cette simulation, toutes les reventes rénovées (intervalles de 3 à 9 mois) et supprime donc le biais quelle que soit leur part, au prix de la perte de plus de la moitié des paires ; le filtre à 18 mois ne laisse qu'une quarantaine de paires et l'écart absolu moyen double (6,56 points contre 2,76 dans l'exemple) : le biais est éliminé mais la variance l'emporte. Le seuil doit être proportionné à l'échantillon. (c) Les millésimes reproduisent la figure 35.5 : l'indice de 2025T2 passe de 116,39 (110 paires connues en 2025T2) à 114,69 (158 paires en 2025T4) puis à 113,42 (220 paires en 2026T3). La révision est systématiquement à la baisse parce que les paires disponibles à une date donnée sont celles dont la seconde vente est déjà survenue, donc les intervalles courts, où les reventes rénovées (à prime positive) sont surreprésentées ; les paires ordinaires d'intervalle long arrivent ensuite et corrigent l'indice vers le bas. Note attendue : le producteur devrait publier, pour chaque millésime, le nombre de paires par période, les filtres appliqués (seuils d'intervalle, de variation, d'exclusion), la variance estimée des résidus et sa relation à l'intervalle, l'intervalle de confiance de chaque valeur, et l'historique des révisions des douze derniers mois, afin que l'utilisateur sache quelle confiance accorder à la dernière valeur, celle que l'ajustement de conditions du marché utilise.

Solution de l'exercice 35.8 — Dérivations : imputation, moyenne géométrique et estimateur arithmétique

(a) Si $\hat{p}_t(\mathbf{x}) - \hat{p}_0(\mathbf{x}) = \hat{\tau}_t$ pour tout $\mathbf{x}$, chaque terme des moyennes de l'équation (35.6) vaut $\hat{\tau}_t$, donc $\ln \hat{I}_t^{\,L} = \ln \hat{I}_t^{\,P} = \ln \hat{I}_t^{\,F} = \hat{\tau}_t$ et les trois indices valent $100\exp(\hat{\tau}_t)$. Avec des coefficients propres à chaque période, $\hat{p}_t(\mathbf{x}) - \hat{p}_0(\mathbf{x}) = (\hat{\alpha}_t - \hat{\alpha}_0) + \mathbf{x}^\top(\hat{\beta}_t - \hat{\beta}_0)$ dépend de $\mathbf{x}$; la moyenne sur le panier de base donne $(\hat{\alpha}_t - \hat{\alpha}_0) + \bar{\mathbf{x}}_0^\top(\hat{\beta}_t - \hat{\beta}_0)$ et celle sur le panier courant remplace $\bar{\mathbf{x}}_0$ par $\bar{\mathbf{x}}_t$; leur différence, $(\bar{\mathbf{x}}_t - \bar{\mathbf{x}}_0)^\top(\hat{\beta}_t - \hat{\beta}_0)$, est l'interaction entre le changement de composition et le changement des prix implicites, nulle si l'un des deux est nul. (b) Avec deux périodes et toutes les paires de 0 vers 1, $\mathbf{D}$ est un vecteur de n uns, $\mathbf{D}^\top\mathbf{D} = n$ et $\hat{\tau}_1 = \frac{1}{n}\sum_j \ln(P_{j2}/P_{j1})$; donc $\exp(\hat{\tau}_1) = \left(\prod_j P_{j2}/P_{j1}\right)^{1/n}$, la moyenne géométrique des rapports. (c) Les rapports sont 1,10 et 1,15. Indice géométrique : $\sqrt{1{,}10 \times 1{,}15} = 1{,}1247$, soit +12,47 % ; moyenne arithmétique des rapports : $(1{,}10 + 1{,}15)/2 = 1{,}125$, soit +12,50 %, supérieure de 0,03 point par l'inégalité de Jensen (demi-variance des rapports, $0{,}025^2/2 \approx 0{,}0003$) ; indice arithmétique pondéré par la valeur : $(110\,000 + 230\,000)/(100\,000 + 200\,000) = 340/300 = 1{,}1333$, soit +13,33 %. Le premier répond à la question « de combien le prix de la maison type a-t-il varié ? » (chaque immeuble compte pour un) ; le second est une moyenne simple des variations individuelles, voisine du premier quand les variations sont peu dispersées ; le troisième répond à « de combien la valeur d'un portefeuille formé de ces maisons a-t-elle varié ? » et donne plus de poids à la maison chère, qui s'est ici le plus appréciée. C'est la question pertinente pour un indice financier, celle de Shiller (1991), non pour l'ajustement d'un comparable.

Chapitre 36 — Données de panel et identification causale

Solution de l'exercice 36.1 — Doubles différences à la main

(a) La variation des traités est $11{,}64 - 11{,}52 = 0{,}12$ et celle des témoins $11{,}47 - 11{,}40 = 0{,}07$; l'estimateur de l'équation (8.11) vaut $\hat{\delta}_{2\times2} = 0{,}12 - 0{,}07 = 0{,}05$, soit $100\,[e^{0{,}05} - 1] = 5{,}13$ % de loyer en plus. La multiplication par cent aurait donné 5,0 % ; l'écart est petit ici mais croît avec l'effet. (b) L'hypothèse est celle des tendances parallèles de l'équation (36.9) : sans la gare, le logarithme des loyers des immeubles proches aurait augmenté de 0,07, comme celui des immeubles éloignés. Un placebo consiste à appliquer le même calcul à deux périodes antérieures à l'annonce de la gare, par exemple les deux années précédant l'annonce ; l'estimateur doit alors être nul aux erreurs d'échantillonnage près. Une étude d'événement généralise le placebo à toutes les périodes antérieures et montre si les coefficients pré-traitement ont une pente. (c) L'anneau intermédiaire a été exclu parce que son exposition est ambiguë : il bénéficie sans doute en partie de la gare (il n'est pas un bon témoin) sans être à distance de marche (il n'est pas un bon traité). L'inclure dans les témoins atténuerait l'effet par débordement ; l'inclure dans les traités diluerait l'effet. On vérifie la pertinence du seuil de 800 m en le faisant varier et en estimant l'effet par anneaux successifs, comme le font Currie et al. (2015).

Solution de l'exercice 36.2 — Transformation within sur un petit panel

(a) Les moyennes par immeuble sont $\bar{y}_1 = 11{,}15$, $\bar{y}_2 = 11{,}65$, $\bar{y}_3 = 10{,}85$ et $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = 0{,}5$, $\bar{x}_3 = 0$. Les données transformées sont $\ddot{y} = (-0{,}15;\ 0{,}15;\ -0{,}05;\ 0{,}05;\ -0{,}05;\ 0{,}05)$ et $\ddot{x} = (-0{,}5;\ 0{,}5;\ -0{,}5;\ 0{,}5;\ 0;\ 0)$. L'équation (36.6) donne $\hat{\beta}_W = \sum \ddot{x}\ddot{y} / \sum \ddot{x}^2 = (0{,}075 + 0{,}075 + 0{,}025 + 0{,}025)/(4 \times 0{,}25) = 0{,}20/1{,}00 = 0{,}20$: la rénovation est associée à une hausse de 0,20 du logarithme du revenu, soit 22 %. Noter que le troisième immeuble, jamais rénové, ne contribue pas à l'estimation de β (ses $\ddot{x}$ sont nuls) ; il contribuerait à l'estimation des effets de période si l'on en ajoutait. (b) La régression des moindres carrés ordinaires de y sur x sur les six observations donne une pente de 0,425 : la moyenne de y est 11,50 pour $x = 1$ et 11,075 pour $x = 0$. L'écart avec 0,20 vient de ce que les immeubles rénovés (1 et 2) ont des revenus permanents plus élevés que l'immeuble 3 : l'effet fixe α_i est corrélé avec x_{it}, et la régression groupée attribue à la rénovation la différence de niveau entre immeubles, qui existait avant elle. C'est le biais de sélection de l'équation (36.3), que la transformation within élimine. (c) L'estimateur within reste sans biais si la décision de rénover ne dépend que de caractéristiques permanentes (absorbées par α_i). Si les propriétaires ont rénové *parce que* les revenus stagnaient, la décision répond à un choc passé $\varepsilon_{i,t-1}$ négatif, ce qui viole l'exogénéité stricte : la période post-rénovation est comparée à une période anormalement basse, et l'estimateur surestime l'effet par retour à la moyenne. Le remède est un groupe témoin dont les revenus stagnaient aussi mais qui n'a pas rénové, c'est-à-dire des doubles différences avec appariement sur la trajectoire pré-traitement.

Solution de l'exercice 36.3 — Grappes et facteur de Moulton

(a) Le facteur multiplicatif des erreurs-types est $\sqrt{1 + (m-1)\rho}$: pour $m = 42$ et $\rho = 0{,}5$, $\sqrt{1 + 41 \times 0{,}5} = \sqrt{21{,}5} = 4{,}64$; pour $\rho = 0{,}9$, $\sqrt{37{,}9} = 6{,}16$; pour $m = 8$ et $\rho = 0{,}5$, $\sqrt{4{,}5} = 2{,}12$. La correction croît avec la longueur du panel : plus on observe longtemps le même immeuble, moins chaque trimestre supplémentaire apporte d'information indépendante. (b) Un rapport de 4,9 implique $1 + 41\rho = 4{,}9^2 = 24{,}0$, d'où $\rho \approx 0{,}56$. Cette corrélation implicite est cohérente avec des séries construites comme des marches aléatoires autour d'une tendance, dont les écarts aux effets fixes sont fortement persistants ; elle n'est qu'indicative, parce que la formule suppose un régresseur constant dans la grappe et une corrélation uniforme, alors que D_{it} varie dans le temps et que la corrélation décroît avec l'écart entre trimestres. (c) Le traitement varie entre municipalités et non entre immeubles d'une même municipalité : tout choc commun à une municipalité (son marché local, sa fiscalité, sa conjoncture) est corrélé avec le traitement de ses 200 immeubles, et les grappes doivent être les municipalités. Avec $G = 4$ grappes, l'équation (36.7) repose sur quatre vecteurs $\mathbf{X}_g^\top \mathbf{e}_g$ pour estimer une matrice de variance : l'estimateur est très imprécis, biaisé vers le bas même avec la correction $G/(G-1)$, et les lois asymptotiques en $G \to \infty$ ne s'appliquent pas. Il faut recourir à des procédures de rééchantillonnage adaptées aux petits nombres de grappes, ou à l'agrégation au niveau des municipalités suivie d'une inférence exacte, et dire franchement que quatre unités traitées ou témoins ne permettent qu'une inférence fragile.

Solution de l'exercice 36.4 — Lire une étude d'événement

(a) Aucun coefficient pré-traitement n'est individuellement significatif au seuil de 5 % : $-0{,}01$, $-0{,}02$ et $-0{,}03$ avec une erreur-type de 0,02 donnent des statistiques t de 0,5, 1,0 et 1,5. Mais ils dessinent une pente nette : en lecture chronologique, ils passent de $-0{,}01$ en $k=-4$ à $-0{,}03$ en $k=-2$, puis à zéro en $k=-1$ par construction, ce qui signifie que les prix des immeubles bientôt cartographiés ont *baissé* par rapport aux témoins de $k=-4$ à $k=-2$, puis sont remontés d'un coup au trimestre de référence. Une lecture plus plausible est que le trimestre $k=-1$ est un point haut accidentel, ou que la tendance différentielle est négative et que la référence la masque ; dans les deux cas, les tendances parallèles sont douteuses. (b) Si les traités étaient déjà sur une trajectoire relative descendante d'environ 0,01 par année, les coefficients post-traitement de $-0{,}06$ à $-0{,}08$ surestiment la décote d'un montant qui croît avec k : à $k=3$, l'extrapolation de la pente pré-traitement expliquerait à elle seule environ 0,04 des 0,08. La section 36.7 propose de détendancer les différences longues par la pente pré-traitement de chaque groupe, ou d'ajouter une tendance linéaire propre au groupe traité, en rapportant les deux résultats comme une fourchette ; elle rappelle aussi que la référence doit être choisie avant de voir les résultats et que l'on peut vérifier la robustesse en prenant pour référence la moyenne de plusieurs trimestres pré-traitement. (c) Si la cartographie a été annoncée deux ans avant sa publication, le marché a pu réagir dès l'annonce : les périodes $k=-8$ à -1 sont alors déjà « traitées » par l'information, et la pente pré-traitement observée pourrait *être* l'effet d'anticipation plutôt qu'une violation des tendances parallèles. Il faut dater l'événement à l'annonce, ou au moins exclure les trimestres entre l'annonce et la publication de la fenêtre de référence, et interpréter l'effet mesuré à la publication comme l'effet *supplémentaire* de la mise en vigueur formelle.

Solution de l'exercice 36.5 — Poids de Goodman-Bacon

(a) La cohorte précoce est traitée aux périodes 5 à 19, soit 15/20 des périodes : $\bar{D}_k=0{,}75$; la cohorte tardive aux périodes 15 à 19 : $\bar{D}_\ell=0{,}25$. Le tableau 2×20 des D_{it} a pour moyennes de ligne 0,75 et 0,25, pour moyennes de colonne 0 (périodes 0 à 4), 0,5 (périodes 5 à 14) et 1 (périodes 15 à 19), et pour moyenne générale 0,5. Les valeurs doublement centrées $D_{it}-\bar{D}_i-\bar{D}_t+\bar{D}$ valent, pour la cohorte précoce, $-0{,}25$ aux périodes 0 à 4, $+0{,}25$ aux périodes 5 à 14 et $-0{,}25$ aux périodes 15 à 19 ; pour la tardive, $+0{,}25$, $-0{,}25$ et $+0{,}25$. Toutes ont un carré de 0,0625, donc $\hat{V}^D=0{,}0625$. (b) Avec $n_k=n_\ell=0{,}5$ et $n_{k\ell}=0{,}5$, l'équation (36.14) donne $s_{\ell k}=[(1)(0{,}75)]^2\times 0{,}25\times(0{,}25/0{,}75)\times(0{,}50/0{,}75)/0{,}0625=0{,}5625\times 0{,}25\times 0{,}3333\times 0{,}6667/0{,}0625=0{,}5$, et symétriquement $s_{k\ell}=[(1)(1-0{,}25)]^2\times 0{,}25\times(0{,}50/0{,}75)\times(0{,}25/0{,}75)/0{,}0625=0{,}5$. Les deux poids somment à un : sans unité jamais traitée, le TWFE est la moyenne à parts égales de la comparaison propre et de la comparaison interdite. (c) Les effets vrais sont $\delta(k)=0{,}01\,(k+1)$. La cohorte précoce, traitée quinze périodes ($k=0$ à 14), a un ATT de $0{,}01\times 8=0{,}08$; la tardive, traitée cinq périodes, de $0{,}01\times 3=0{,}03$; l'ATT global, pondéré par les observations traitées $(15{\times}0{,}08+5{\times}0{,}03)/20$, vaut 0,0675. La comparaison propre $\hat{\beta}_{k\ell}$ mesure l'effet de la cohorte précoce sur la fenêtre $t<15$, soit $k=0$ à 9 :

$\mathrm{E}[\hat{\beta}_{k\ell}] = 0{,}01 \times 5{,}5 = 0{,}055$. Pour la comparaison interdite, l'effet moyen de la cohorte précoce passe de 0,055 (périodes 5 à 14) à $0{,}01 \times 13 = 0{,}13$ (périodes 15 à 19, $k = 10$ à 14), une hausse de 0,075 que l'équation (36.15) retranche : $\mathrm{E}[\hat{\beta}_{tk}] = 0{,}03 - 0{,}075 = -0{,}045$. Le TWFE a donc pour espérance $0{,}5 \times 0{,}055 + 0{,}5 \times (-0{,}045) = 0{,}005$, contre un ATT global de 0,0675 : il sous-estime l'effet de 93 % alors que chaque effet individuel est positif, et il suffirait d'une pente un peu plus forte pour qu'il devienne négatif.

Solution de l'exercice 36.6 — Callaway et Sant'Anna à la main

(a) La base est la période $g - 1 = 2$. Pour $t = 3$, les différences longues des traités sont $10{,}12 - 10{,}05 = 0{,}07$ et $9{,}66 - 9{,}56 = 0{,}10$, de moyenne 0,085 ; celles des témoins, 0,03, 0,04 et 0,05, de moyenne 0,04 ; donc $\widehat{\mathrm{ATT}}(3,3) = 0{,}085 - 0{,}040 = 0{,}045$. Pour $t = 4$, les traités donnent 0,15 et 0,16 (moyenne 0,155), les témoins 0,07, 0,07 et 0,08 (moyenne 0,0733) : $\widehat{\mathrm{ATT}}(3,4) = 0{,}0817$. L'effet moyen de la cohorte, première agrégation de l'équation (36.17), vaut $(0{,}045 + 0{,}0817)/2 = 0{,}0633$, et l'effet croît d'une période à l'autre. (b) Le placebo $\widehat{\mathrm{ATT}}(3,1)$ compare la période 1 à la base 2 : traités −0,05 et −0,06 (moyenne −0,055), témoins −0,04, −0,05 et −0,03 (moyenne −0,04) : −0,015. Il signifie que, de la période 1 à la période 2, les traités ont crû de 0,015 de plus que les témoins ; sur une seule période et cinq unités, rien ne permet de distinguer une pré-tendance d'un bruit, mais le signe invite à la prudence : si cette avance relative se poursuivait, elle expliquerait un tiers de l'effet mesuré en $t = 3$. (c) L'estimateur 2×2 des périodes 2 et 3 est $(\bar{y}_{\mathrm{tr},3} - \bar{y}_{\mathrm{tr},2}) - (\bar{y}_{\mathrm{té},3} - \bar{y}_{\mathrm{té},2})$; comme la moyenne des différences est la différence des moyennes, c'est exactement $\widehat{\mathrm{ATT}}(3,3)$: l'estimateur de Callaway et Sant'Anna n'est rien d'autre qu'une collection de 2×2 propres, chacun ancré sur la dernière période non traitée. Avec une base universelle $g - 1$, tous les placebos sont mesurés par rapport à la même période, et un accident sur celle-ci se transmet à tous ; avec une base variable $t - 1$, le placebo de la période $t < g$ compare t à $t - 1$ et mesure des *variations* de l'écart plutôt que son *niveau* relatif à la base. Les deux conventions donnent les mêmes effets post-traitement et des placebos différents ; la base variable est plus proche de l'esprit d'un test de pente, la base universelle de celui d'une étude d'événement classique.

Solution de l'exercice 36.7 — Contrôle synthétique et bassin de donneurs

La fonction `exercice_7` de `analysis/python/cases/ch36_panel.py` reproduit les calculs. (a) Avec les 35 donneurs des six RMR, le RMSPE pré-traitement est de 0,0031, onze donneurs reçoivent plus de 1 % du poids et l'effet moyen post-traitement est de 0,0363 (tableau 36.8). Avec les neuf donneurs de Montréal seulement, l'ajustement est moins serré (RMSPE 0,0067, sept donneurs à plus de 1 %, P09 à 0,32 et P27 à 0,20) mais l'effet estimé, 0,0452, est le plus proche de la vérité (0,0484). Avec les 26 donneurs hors Montréal, le RMSPE est de 0,0035 et l'effet de 0,0375. Le placebo qui déplace la mise en service à 2020T3 ajuste la cohorte sur dix-huit trimestres (RMSPE 0,0027) et donne un écart moyen de −0,0055 sur les huit trimestres qui précèdent la vraie

mise en service : rien de comparable à l'écart réel, ce qui conforte l'inférence. (b) Le bassin de Montréal donne l'écart le plus faible à la vérité parce qu'il impose la bonne tendance régionale : les donneurs des autres RMR peuvent reproduire la trajectoire pré-traitement par combinaison, mais rien ne garantit que la combinaison qui reproduit le passé de Montréal en reproduise l'avenir, surtout lorsque les tendances régionales diffèrent. Sur données réelles, la proximité à la vérité n'est pas observable, et le meilleur ajustement pré-traitement (ici le bassin complet) n'est pas non plus le critère : un bassin plus large ajuste toujours mieux le passé, par le seul jeu des degrés de liberté. Le critère est l'argument d'identification, le même marché et l'absence de débordement, et la sensibilité au bassin doit être rapportée comme une fourchette (0,036 à 0,045 ici). (c) *Méthode et limites (environ 200 mots).* L'effet de la mise en service sur le revenu net des immeubles desservis a été estimé par contrôle synthétique : la trajectoire moyenne du logarithme du revenu net des huit immeubles desservis a été reproduite, sur les vingt-six trimestres précédant la mise en service, par une combinaison à poids positifs d'immeubles non desservis du même portefeuille, et l'écart entre la trajectoire observée et cette combinaison après la mise en service est attribué à celle-ci. L'estimation repose sur trois hypothèses : les immeubles donneurs n'ont pas été affectés, directement ou par report de demande, par la mise en service ; la combinaison qui reproduit le passé aurait continué de reproduire le présent en l'absence de desserte ; et aucun autre événement propre aux immeubles desservis n'est survenu à la même date. L'ajustement pré-traitement est serré et le rapport des erreurs post et pré-traitement est le plus élevé des trente-six unités, ce qui correspond à une probabilité de 1/36 d'observer un tel écart par hasard. L'estimation varie de 0,036 à 0,045 selon le bassin de donneurs retenu, et les estimateurs par régression du même dossier la situent entre 0,04 et 0,05 ; la plus-value retenue, de l'ordre de 4 % du revenu net, est présentée comme une fourchette, non comme un point, et son passage à la valeur suppose un taux de capitalisation inchangé, hypothèse discutée séparément.

Chapitre 37 — Apprentissage automatique et explicabilité

Solution de l'exercice 37.1 — Une division d'arbre à la main

(a) Les logarithmes des huit prix, dans l'ordre des superficies (70, 99, 128, 156, 160, 170, 221, 241 m²), sont 12,478 ; 12,744 ; 12,975 ; 13,256 ; 13,057 ; 12,910 ; 13,210 ; 13,106. Leur moyenne est 12,967 et la somme des carrés des écarts au nœud racine vaut $SCE_0 = 0{,}462$. (b) Les sept seuils candidats sont les milieux 84,5 ; 113,5 ; 142 ; 158 ; 165 ; 195,5 et 231 m². Pour le seuil de 113,5 m², le fils gauche contient les deux premières ventes (moyenne 12,611, somme des carrés $0{,}5\,(12{,}744 - 12{,}478)^2 = 0{,}035$) et le fils droit les six autres (moyenne 13,086, somme des carrés 0,089) : $SCE = 0{,}124$, soit un gain de $0{,}462 - 0{,}124 = 0{,}338$, le plus grand des sept (le seuil de 84,5 donne un gain de 0,273, celui de 142 de 0,264, celui de 195,5 de 0,097 ; les autres sont inférieurs à 0,09). La meilleure division sépare donc les maisons de moins de 113,5 m² des autres ; les constantes prédites sont $\exp(12{,}611) \approx 300\,000$ $ à gauche et $\exp(13{,}086) \approx 482\,000$ $ à droite. On remarque que les six ventes de droite, de 128 à 241 m², sont prédites au même prix alors que leurs prix

observés vont de 404 500 à 571 500 $: avec huit observations, un arbre ne peut ni capter l'effet de l'âge et de la qualité qui expliquent ces écarts, ni représenter la croissance continue du prix avec la superficie.
(c) Le critère (37.4) ne dépend que de l'*ordre* des observations selon la variable de division et des valeurs de y dans les deux groupes ; une transformation strictement croissante (logarithme, conversion en pieds carrés) conserve l'ordre et donc les groupes, les sommes de carrés et le gain. Seul le seuil affiché change (il devient $\ln 113{,}5$ ou $1\,222\ \text{pi}^2$). C'est pourquoi les arbres n'exigent aucune transformation des variables, contrairement au modèle hédonique, où entrer la superficie en logarithme ou en niveau change la forme de la fonction estimée.

Solution de l'exercice 37.2 — Variance d'une forêt

(a) Avec $\sigma_a^2 = 0{,}12^2 = 0{,}0144$ et $\rho = 0{,}30$, l'équation (37.5) donne $0{,}3 \times 0{,}0144 + 0{,}7 \times 0{,}0144/B$: 0,01440 pour $B = 1$; 0,005328 pour $B = 10$; 0,004421 pour $B = 100$; 0,004340 pour $B = 500$. La limite est $\rho\sigma_a^2 = 0{,}00432$, soit un écart-type de 0,0657 : moyenner un nombre infini d'arbres corrélés à 0,30 ne divise l'écart-type que par $1/\sqrt{0{,}3} = 1{,}83$, non par $\sqrt{B}$.
(b) Le second terme vaut 1 % du premier lorsque $(1-\rho)/B = 0{,}01\,\rho$, soit $B = (1-\rho)/(0{,}01\,\rho) = 0{,}7/0{,}003 = 233$ arbres. Au-delà de quelques centaines d'arbres, ajouter des arbres ne sert plus à rien, ce que le tableau 37.8 confirme (100 et 500 arbres : erreurs de 0,1065 et 0,1067).
(c) Lorsque toutes les variables sont candidates à chaque division, tous les arbres choisissent la superficie à la racine et des divisions voisines ensuite : ils se ressemblent et ρ est élevé. En ne tirant que $m < p$ variables à chaque division, certains arbres sont forcés de diviser d'abord sur l'âge, la localisation ou la qualité, ce qui les décorrèle et abaisse le plancher $\rho\sigma_a^2$. On y perd un peu de qualité individuelle : chaque arbre, privé parfois de la meilleure variable, a un biais et une variance propres plus élevés (σ_a^2 croît). L'optimum de m est celui qui minimise $\rho\sigma_a^2$, et il se trouve par validation ; sur le cas 1, 50 % des variables fait à peine mieux que 100 %, et 33 % avec des feuilles de cinq fait moins bien.

Solution de l'exercice 37.3 — Le boosting pas à pas

(a) Le pseudo-résidu initial est $y - F_0 = 0{,}20$. Chaque itération fait $F_m = F_{m-1} + \nu\,(y - F_{m-1})$: $F_1 = 12{,}80 + 0{,}1 \times 0{,}20 = 12{,}820$ (résidu 0,180) ; $F_2 = 12{,}838$ (résidu 0,162) ; $F_3 = 12{,}8542$ (résidu 0,1458).
(b) Par récurrence, $y - F_m = (1-\nu)(y - F_{m-1}) = (1-\nu)^m (y - F_0)$; le résidu décroît géométriquement. Il atteint 1 % de sa valeur initiale lorsque $(0{,}9)^m = 0{,}01$, soit $m = \ln 0{,}01 / \ln 0{,}9 = 43{,}7$, donc 44 itérations.
(c) Avec $\nu = 1$, $F_1 = y$ dès la première itération : le modèle reproduit exactement chaque observation, bruit compris, et l'erreur d'entraînement est nulle. Sur des données bruitées, c'est le surapprentissage parfait ; le rétrécissement $\nu < 1$ force chaque arbre à

n'expliquer qu'une fraction des résidus, de sorte que le signal, partagé par de nombreuses observations, s'accumule au fil des itérations tandis que le bruit, propre à chacune, n'est jamais ajusté qu'en partie avant l'arrêt.
(d) Sur la figure 37.2, l'erreur de validation décroît tant que les arbres ajoutent du signal, puis remonte lorsqu'ils ajustent le bruit ; le minimum est l'arrêt précoce. Plus ν est petit, plus le minimum est tardif et plat, ce qui rend le choix du nombre d'arbres moins critique ; plus les arbres sont profonds, plus chaque itération absorbe de bruit et plus le minimum est précoce (367 itérations pour la profondeur 4 contre 730 pour la profondeur 2).

Solution de l'exercice 37.4 — Valeurs de Shapley à trois joueurs

(a) Dans l'ordre S, Q, L, les contributions marginales sont $v(S) - v(\varnothing) = 60$ pour S, $v(S,Q) - v(S) = 40$ pour Q et $v(S,Q,L) - v(S,Q) = 30$ pour L. Les six ordres donnent, pour (S,Q,L) : $S,Q,L \to (60,40,30)$; $S,L,Q \to (60,45,25)$; $Q,S,L \to (70,30,30)$; $Q,L,S \to (85,30,15)$; $L,S,Q \to (65,45,20)$; $L,Q,S \to (85,25,20)$.
(b) La moyenne des six contributions est la valeur de Shapley : $\phi_S = (60+60+70+85+65+85)/6 = 70{,}83$; $\phi_Q = (40+45+30+30+45+25)/6 = 35{,}83$; $\phi_L = (30+25+30+15+20+20)/6 = 23{,}33$ (en milliers de dollars). La somme vaut $130{,}0 = v(S,Q,L)$: l'axiome d'efficacité est vérifié.
(c) Oui. La superficie et la qualité ont une interaction positive : $v(S,Q) = 100 > v(S) + v(Q) = 90$, c'est-à-dire qu'une grande maison de qualité élevée vaut plus que la somme des deux effets séparés. La superficie et la localisation aussi ($85 > 80$). La qualité et la localisation ont une interaction négative ($45 < 50$). L'ensemble est sur-additif : $130 > 60 + 30 + 20 = 110$.
(d) $v(S) = 60$ est la contribution de la superficie lorsqu'elle est la *seule* variable connue ; $\phi_S = 70{,}83$ est sa contribution moyenne sur tous les contextes, y compris ceux où la qualité et la localisation sont déjà connues et où, en raison des interactions positives, la superficie apporte davantage (jusqu'à 85). La valeur de Shapley répartit équitablement les interactions entre les variables qui y participent, et c'est ce qui la distingue d'une simple contribution marginale ou d'un coefficient de régression : dans un modèle additif sans interaction, les deux coïncideraient.

Solution de l'exercice 37.5 — Métriques d'un AVM

(a) Les ratios prédit/prix sont 1,074 ; 0,974 ; 0,968 ; 1,052 ; 0,962 ; 1,055 ; 0,962 ; 1,072 ; 0,968 ; 0,937. Les erreurs en logarithme ont une racine quadratique moyenne de 0,0503 ; l'erreur absolue moyenne est de 4,82 % et l'erreur absolue médiane de 4,51 %.
(b) La médiane des ratios est 0,971 et leur moyenne 1,002 ; le COD vaut $100 \times 0{,}0429/0{,}971 = 4{,}42$; le ratio pondéré par les prix est $\sum V / \sum P = 5\,406\,000/5\,428\,000 = 0{,}996$, d'où un PRD de $1{,}002/0{,}996 = 1{,}006$; le PRB, pente de la régression de $(r_i - 0{,}971)/0{,}971$ sur $\log_2$ de la valeur de référence, est de $-0{,}034$ (erreur-type 0,040).
(c) Le niveau (0,971) est dans la plage de 0,90 à 1,10, le PRD (1,006) dans celle de 0,98 à

1,03 et le PRB (−0,034, non significatif) dans celle de ±0,05 ; mais le COD de 4,42 est *inférieur* à 5,0, et le Standard on Ratio Studies indique qu'un COD si bas peut signaler que les valeurs ont été ajustées sur les prix des ventes connues (*sales chasing*) ou que les ventes de validation ont servi à la calibration : un AVM qui atteint un COD de 4 sur des ventes qu'il n'a jamais vues est très rare sur un marché résidentiel, et la première hypothèse à écarter est la fuite de données.
(d) Il manque la preuve que les dix ventes sont hors échantillon et postérieures à la calibration, la taille (dix ventes ne donnent qu'un COD très imprécis, et aucune stratification par secteur ou par tranche de valeur n'est possible), le schéma de validation (aléatoire, spatial, prospectif), les intervalles de confiance du PRD et du PRB qu'exige la norme sur les AVM, et la description du modèle et de ses données. Dix chiffres sont une illustration, non une validation.

Solution de l'exercice 37.6 — Validation spatiale et extrapolation

(a) Les COD du script sont, pour l'hédonique, 6,83 (aléatoire), 7,00 (blocs spatiaux) et 10,44 (un secteur exclu) ; pour la forêt, 8,64, 8,96 et 10,21 ; pour le boosting, 7,42, 7,62 et 8,59. Le passage aux blocs spatiaux coûte peu à l'hédonique (0,17 point), dont la structure additive ne dépend pas du voisinage immédiat, et un peu plus aux modèles d'arbres (0,20 et 0,32), qui avaient tiré de la proximité des ventes d'apprentissage une partie de leur performance aléatoire. L'exclusion d'un secteur fait exploser le COD de l'hédonique (+3,4 points), parce qu'il n'a aucune information sur le niveau du secteur absent, et dégrade moins le boosting (+1,0), qui en déduit un niveau des coordonnées.
(b) Lorsque Buckingham est exclu, son indicatrice est retirée et ses ventes sont prédites au niveau de Hull ; le biais moyen de la prédiction est donc l'opposé de la prime omise, $-\ln(395\,000/475\,000) = +0{,}184$, plus le bruit d'échantillonnage : le script donne +0,234 pour Buckingham et +0,261 pour Masson-Angers (prime vraie −0,204), des écarts de 0,05 qui s'expliquent par les 42 et 47 ventes de ces secteurs et par la colinéarité entre leur position et la distance au centre. Le boosting situe ces deux secteurs l'un par l'autre (coordonnées voisines, grande distance au centre) et prédit un niveau intermédiaire proche du bon (−0,6 % et +7,2 %) ; pour Gatineau et Aylmer, en revanche, la position géographique ne distingue pas le secteur de ses voisins et le boosting prédit trop bas (−6,8 et −7,1 %), là où l'hédonique, grâce à un secteur de référence par hasard voisin en niveau (Gatineau et Hull ont des médianes proches), fait bien.
(c) En remplaçant les quatre indicatrices par un polynôme de degré 2 en coordonnées (en kilomètres : x, y, x^2, y^2, xy), l'hédonique acquiert la capacité d'interpoler un niveau de prix pour un secteur absent à partir de ses voisins, comme le font les arbres. En validation aléatoire, cette variante fait presque aussi bien que la référence (RMSE 0,0859 contre 0,0839 ; COD 6,99 contre 6,83) : la surface lisse décrit convenablement les cinq niveaux de secteur. En exclusion d'un secteur, elle corrige les deux cas que les indicatrices rataient, Buckingham (−6,6 % au lieu de +23,4) et Masson-Angers (+1,3 % au lieu de +26,1), parce que la surface, estimée sur les quatre autres secteurs, se prolonge vers l'est en descendant ; mais elle produit un biais de −26,4 % sur Aylmer, à l'extrémité ouest, où le polynôme estimé sans ce secteur extrapole une pente qui n'a

rien à voir avec la prime de +11 %, et le COD global reste à 10,43, identique à celui des indicatrices (10,44). Les arbres, eux, extrapolent par un plateau et se trompent de −7 % sur Aylmer. La leçon est double : la différence de comportement hors support tient moins à la famille de modèles qu'à la *représentation* de la localisation (indicatrices, coordonnées, surface), et toute représentation extrapole selon sa propre forme, par paliers pour les indicatrices, par plateaux pour les arbres, par la courbure du polynôme pour la surface, cette dernière étant la plus dangereuse au bord du territoire. Le choix de la représentation est une hypothèse que l'analyste doit déclarer et valider selon l'usage prévu (le chapitre 19 compare ces représentations avec la régression géographiquement pondérée et le krigeage).

Solution de l'exercice 37.7 — Découvrir, puis établir

(a) La dépendance partielle de l'âge du boosting estimé sur $\ln P^{\dagger}$ montre un creux d'environ dix points entre 25 et 45 ans, bordé par deux marches, que le polynôme hédonique ne peut pas reproduire (figure 37.6, droite). Les courbes ICE séparées par qualité révèlent l'interaction : pour les maisons de qualité 4, la courbe remonte d'une dizaine de points au-delà de 40 ans, tandis que celle des maisons de qualité 2 continue de descendre ; la moyenne des deux (la dépendance partielle) ne montre qu'une remontée atténuée, ce qui illustre pourquoi les ICE complètent la PDP.
(b) Dans le scénario, la paire âge-qualité devient la première interaction SHAP (valeur moyenne 0,0068), suivie de superficie-latitude (0,0034) et de superficie-mois (0,0025) ; dans le cas de base, âge-qualité n'apparaît pas en tête et la plus forte paire, superficie-latitude, vaut 0,0031. L'interaction nouvelle double la plus forte interaction du cas de base ; c'est le signal qu'un terme croisé manque au modèle paramétrique.
(c) Le modèle respécifié avec les seuils vrais (qualité ≥ 4 et âge ≥ 40 ; âge de 25 à 45) obtient un COD de 6,85 et une erreur de 0,084, contre 7,46 pour le boosting et 8,15 pour l'hédonique de référence ; il estime la prime à 0,129 (erreur-type 0,012) et le mur à −0,092 (0,008). Avec des seuils lus sur les courbes et décalés de quelques années, l'indicatrice du mur classe mal les ventes situées dans les bandes d'erreur : 56 ventes sur 600 avec les bornes 22 à 48 ans, 51 avec les bornes 28 à 42 ans. Le coefficient du mur est atténué (−0,079 et −0,068 au lieu de −0,092 avec les bornes vraies) et le COD remonte à 7,02 et 7,18, soit de deux à trois dixièmes de point au-dessus du modèle aux bornes vraies (6,85), tout en restant meilleur que le boosting (7,46) : une spécification approximativement bonne bat encore un modèle souple, parce que l'essentiel de la structure est capté avec deux paramètres. Le script (`exercices`, clé `7c`) imprime ces chiffres ; le lecteur vérifiera ses propres bornes.
(d) La validation imbriquée choisit la profondeur dans une boucle interne (trois plis sur les neuf dixièmes d'apprentissage de chaque pli externe, profondeurs 1 à 3) puis évalue le modèle retenu sur le pli externe. Sur le cas de base, la boucle interne retient la profondeur 1 dans les dix plis externes, et l'erreur externe est de 0,0887 (COD 7,22), identique au dix-millième près à la valeur rapportée pour les souches au tableau 37.8 : l'optimisme de la sélection non imbriquée est ici nul, parce que la grille est petite et que la différence entre profondeurs est nette et stable d'un pli à l'autre. Il serait plus grand

avec une grille fine sur plusieurs hyperparamètres et un petit échantillon ; la règle est de toujours déclarer quelles données ont servi à choisir et lesquelles à évaluer.

Chapitre 38 — SIG et risques géospatiaux

Solution de l'exercice 38.1 — Choisir le système de référence

Les fuseaux MTM ont trois degrés de largeur et des méridiens centraux à 70,5° (fuseau 7, de 69 à 72° O), 73,5° (fuseau 8, de 72 à 75° O) et 76,5° O (fuseau 9, de 75 à 78° O) ; les fuseaux UTM ont six degrés, le fuseau 18 couvrant de 72 à 78° O et le 19 de 66 à 72° O. Montréal (73,60° O) relève donc du fuseau MTM 8 (EPSG 32188) et du fuseau UTM 18N (26918) ; Québec (71,19° O) du MTM 7 (32187) et de l'UTM 19N (26919) ; Gatineau (75,74° O) du MTM 9 (32189) et de l'UTM 18N (26918) ; Saguenay (71,10° O) du MTM 7 (32187) et de l'UTM 19N (26919). Avec l'équation (38.2), $k = 0{,}9999\,[1 + \tfrac{1}{2}(\Delta\lambda \cos\varphi)^2]$, les écarts au méridien central en radians valent respectivement 0,00175, 0,01204, 0,01326 et 0,01047, et les facteurs d'échelle 0,999901 (Montréal), 0,999934 (Québec), 0,999943 (Gatineau) et 0,999924 (Saguenay) : une distance de 10 kilomètres lue sur la carte sans correction sous-estime la distance au sol de 0,99, 0,66, 0,57 et 0,76 mètre, soit moins d'un dix-millième dans les quatre cas. Une carte réunissant les quatre villes ne peut utiliser aucun fuseau MTM sans une distorsion croissante hors de sa bande, et deux fuseaux UTM seraient nécessaires ; la projection conique conforme Québec Lambert (32198), dont les parallèles de référence à 46° et 60° encadrent le territoire, conserve les angles et limite la distorsion d'échelle sur toute la province, au prix d'une distorsion locale un peu supérieure à celle du MTM.

Solution de l'exercice 38.2 — Trois distances

(a) Autour du sujet, $\cos(45{,}4215^\circ) = 0{,}7017$; les écarts sont $\Delta\varphi = 0{,}0405^\circ = 0{,}000707$ rad et $\Delta\lambda = 0{,}0783^\circ = 0{,}001367$ rad, d'où $x = 6371{,}0 \times 0{,}7017 \times 0{,}001367 = 6{,}111$ km et $y = 6371{,}0 \times 0{,}000707 = 4{,}503$ km, et $d = \sqrt{6{,}111^2 + 4{,}503^2} = 7{,}591$ km. (b) Le haversine donne $a = \sin^2(0{,}000353) + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \sin^2(0{,}000683) = 1{,}25 \times 10^{-7} + 0{,}4919 \times 4{,}67 \times 10^{-7} = 3{,}55 \times 10^{-7}$ et $d = 2 \times 6371{,}0 \times \arcsin\sqrt{a} = 7{,}589$ km, à deux mètres de la projection locale : les deux mesures coïncident au premier ordre, l'écart venant de la courbure négligée par l'équation (38.1). (c) La « distance en degrés » vaut $\sqrt{0{,}0405^2 + 0{,}0783^2} = 0{,}08815^\circ$, soit 9,785 km à raison de 111 km par degré : une surestimation de 29 %. L'origine de l'erreur est l'anisotropie des degrés : à cette latitude un degré de longitude ne vaut que $111{,}3 \times 0{,}7017 = 78{,}1$ km, et la composante est-ouest, qui domine ici, est gonflée d'un facteur $1/0{,}7017 = 1{,}425$. Une matrice de voisinage ou un rayon de recherche calculés en degrés privilégient donc systématiquement les voisins nord-sud, ce que le chapitre 19 avait déjà signalé.

Solution de l'exercice 38.3 — Point dans polygone et tampon

Le polygone est un rectangle de 4 sur 3 dont le côté supérieur est remplacé par une encoche en V descendant jusqu'au point $(2, 1)$; ses arêtes sont $(0, 0)$–$(4, 0)$, $(4, 0)$–$(4, 3)$, $(4, 3)$–$(2, 1)$, $(2, 1)$–$(0, 3)$ et $(0, 3)$–$(0, 0)$. Pour $P_1 = (1, 1)$, la demi-droite horizontale vers la droite croise l'arête verticale droite ($x = 4$), l'arête $(4, 3)$–$(2, 1)$ (intersection en $x = 2$) et l'arête $(2, 1)$–$(0, 3)$ (intersection en $x = 2$, mais l'arête ne contient $y = 1$ qu'à son extrémité ; la convention $(y_i > y) \neq (y_{i+1} > y)$ de l'équation (38.3) compte cette arête, dont les ordonnées 1 et 3 encadrent $y = 1$ au sens strict d'un côté seulement) : trois croisements, nombre impair, le point est intérieur. Pour $P_2 = (2, 2)$, les arêtes dont l'étendue verticale contient $y = 2$ sont les deux côtés verticaux et les deux arêtes de l'encoche ; les intersections à droite de $x = 2$ sont celles de l'arête $(4, 3)$–$(2, 1)$ en $x = 3$ et du côté $x = 4$, soit deux croisements : extérieur, le point est dans l'encoche. Pour $P_3 = (3, 2{,}5)$, les intersections à droite sont celles de l'arête $(4, 3)$–$(2, 1)$ en $x = 3{,}5$ et du côté $x = 4$: deux croisements, extérieur. La fonction `traite.geo.point_dans_polygone` confirme (vrai, faux, faux). L'aire par la formule du lacet vaut $\frac{1}{2}\,|0 + 12 + (4 - 6) + 6 + 0| = 8$ km^2, et le périmètre $4 + 3 + 2\sqrt{2} + 2\sqrt{2} + 3 = 15{,}657$ km. La formule du polygone convexe, $8 + 0{,}5 \times 15{,}657 + \pi \times 0{,}25 = 16{,}614$ km^2, surestime l'aire du tampon parce qu'au sommet rentrant $(2, 1)$ les bandes des deux arêtes de l'encoche se recouvrent au lieu de laisser un secteur circulaire ; l'aire exacte calculée par `shapely` est de 16,560 km^2, soit 0,054 km^2 de moins.

Solution de l'exercice 38.4 — Indice gravitaire

Avec $\lambda = 0{,}25$, la première maison obtient $A = 100e^{-0{,}375} + 40e^{-1{,}5} + 30e^{-2{,}25} = 68{,}73 + 8{,}93 + 3{,}16 = 80{,}82$ et $\ln A = 4{,}392$; la seconde, à 4 km des trois pôles, $A = 170e^{-1} = 62{,}54$ et $\ln A = 4{,}136$. Avec $\lambda = 0{,}50$, la première obtient $47{,}24 + 1{,}99 + 0{,}33 = 49{,}56$ ($\ln A = 3{,}903$) et la seconde $170e^{-2} = 23{,}01$ ($\ln A = 3{,}136$). La première maison est mieux située dans les deux cas, et son avantage croît avec la friction : quand la distance coûte cher, la proximité du pôle principal l'emporte sur l'équidistance à trois pôles. La dérivation de l'équation (38.10) éclaire le résultat : $\ln A_i$ est l'utilité espérée du meilleur choix d'un ménage dont l'utilité pour la destination k vaut $\ln E_k - \lambda d_{ik}$ plus un aléa de Gumbel, et l'écart de $\ln A$ entre les deux maisons, 0,256 avec $\lambda = 0{,}25$ et 0,767 avec $\lambda = 0{,}50$, se lit en unités d'utilité, les mêmes que λ par kilomètre : la première maison vaut, en accessibilité, l'équivalent d'un kilomètre de moins ($0{,}256/0{,}25$) dans le premier cas et d'un kilomètre et demi dans le second. C'est précisément parce que $\ln A_i$ est une mesure d'utilité espérée, additive avec les autres termes du modèle semi-logarithmique, que c'est lui et non A_i qui entre dans l'équation (38.13) ; A_i en niveau donnerait un effet marginal décroissant arbitraire et dépendant de l'unité des masses.

Solution de l'exercice 38.5 — Capitalisation d'un risque d'inondation

La probabilité annuelle est $p_1 = 1-(1-0{,}35)^{1/25} = 1-0{,}65^{0{,}04} = 0{,}01708$, soit 1,71 % par année (période de retour d'environ 59 ans). Avec un dommage de 10 % et un taux de 5 %, la décote capitalisée vaut $0{,}01708 \times 0{,}10/0{,}05 = 3{,}42$ %, soit 17 767 $; avec un dommage de 20 %, elle double à 6,83 % et 35 534 $. Une décote observée de 8 % dépasse la perte espérée capitalisée même dans le second cas. Deux explications tirées de la section 38.4 : d'abord, le prix capitalise aussi les restrictions juridiques attachées à la zone, interdiction ou conditions de reconstruction et d'agrandissement, qui détruisent une valeur d'option indépendante de la perte espérée ; ensuite, le marché surpondère le risque après un événement récent et anticipe la hausse des primes d'assurance et la détérioration future de l'exposition, comme le montrent Bin et Polasky (2004) et Bernstein et al. (2019). Une troisième explication, méthodologique, est que la décote observée peut être contaminée par la localisation, les zones inondables étant souvent des quartiers anciens ou périphériques, exactement le mécanisme du tableau 38.7. Pour la détection : $\pi = 24/500 = 0{,}048$, et l'erreur-type approximative vaut $0{,}09/\sqrt{500 \times 0{,}048 \times 0{,}952 \times 0{,}9} = 0{,}0199$; l'effet minimal détectable (38.14) est $2{,}80 \times 0{,}0199 = 0{,}0556$, soit 5,6 %. La décote de 8 % serait détectable avec une puissance supérieure à 80 %, mais la décote capitalisée de 3,4 % ne le serait pas ; et une estimation de 8 % sur 24 ventes porterait un intervalle de confiance à 95 % de ±3,9 points, compatible avec 4 % comme avec 12 %.

Solution de l'exercice 38.6 — Faux positifs et tests multiples

Avec un rayon de 3 kilomètres et 1 000 tirages (fonction `exercice_6` de `ch38_sig.py`), 995 disques contiennent entre 10 et 590 ventes. Pour le modèle de référence, la part de coefficients significatifs à 5 % vaut 4,5 % avec les erreurs-types classiques et 5,3 % avec HC1, l'écart-type des t 0,98 et 1,03, et aucun disque ne survit à Bonferroni : la statistique se comporte exactement comme sous l'hypothèse nulle. Sans indicatrices de secteur, 89,2 % des disques sont significatifs (92,9 % avec HC1), 50,5 % après Bonferroni, et l'écart-type des t atteint 6,3 ; sans secteur ni gradient, 60,1 %, 32,5 % après Bonferroni, écart-type 4,9. Un disque de 3 kilomètres est presque un secteur, et son indicatrice mesure la prime omise avec une précision d'autant meilleure qu'il contient plus de ventes ; le modèle sans gradient fait un peu mieux que le modèle avec gradient parce que le gradient, seul à distinguer les secteurs périphériques, laisse aux disques de ces secteurs un résidu plus régulier. À 0,5 kilomètre et pour le modèle de référence (107 disques), la part de faux positifs vaut 11,2 % avec les erreurs-types classiques (écart-type des t 1,30), 26,2 % avec HC1 (1,53) et 23,4 % avec HC3 (1,42) : la pondération par le levier de HC3 ne corrige qu'une petite part du biais, parce que la variance d'un coefficient d'indicatrice portée par dix à vingt observations est mal estimée par toute méthode robuste fondée sur les résidus de ces mêmes observations.

Note. Un rapport qui dérive une décote de zone d'un modèle hédonique doit d'abord établir que les résidus du modèle sans la variable de zone ne sont pas spatialement corrélés, par la statistique de Moran et les tests du chapitre 19 ; sinon, la variable de zone capte la localisation omise, et sa signification ne prouve rien, quelle que soit

l'erreur-type. Il doit ensuite déclarer toutes les définitions essayées, rayons de tampon, classes, sources de la couche, et appliquer une correction pour tests multiples ou, mieux, fixer la définition avant l'estimation à partir de la cartographie officielle. Il doit indiquer le nombre de ventes exposées et l'effet minimal détectable, de sorte qu'un coefficient non significatif ne soit pas lu comme une absence d'effet. Il doit enfin préférer, pour une indicatrice rare, l'erreur-type classique ou une inférence par permutation des zones à une correction robuste qui sous-estime l'incertitude, et présenter le coefficient avec son intervalle plutôt que comme une décote ponctuelle.

Solution de l'exercice 38.7 — Carte choroplèthe et unités spatiales modifiables

La fonction `exercice_7` de `ch38_sig.py` donne, pour les hexagones de 800 mètres de rayon (1,66 km^2), 813 cellules dont 123 occupées et 43 d'au moins cinq ventes, des bornes de Jenks à 2 407, 2 981, 3 388, 3 602, 3 970 et 4 207 \$/m² et un GVF de 0,962 ; pour les hexagones de 1 200 mètres du chapitre, 374 cellules, 69 occupées, 30 cartographiées, bornes 2 546, 3 004, 3 358, 3 548, 3 925, 4 106 et GVF 0,964 ; pour les hexagones de 2 000 mètres (10,4 km^2), 154 cellules, 34 occupées, 19 cartographiées, bornes 2 344, 2 605, 3 208, 3 571, 3 916, 3 916, la cinquième classe se réduisant à la cellule la plus chère, et GVF 0,975 ; pour la grille carrée de 2 kilomètres (4 km^2), 368 cellules, 64 occupées, 36 cartographiées, bornes 2 447, 2 819, 3 194, 3 556, 3 950, 4 175 et GVF 0,962. La part intercellulaire de la variance du prix au mètre carré (somme pondérée des écarts des moyennes de cellule à la moyenne générale, rapportée à la somme totale des carrés) vaut 35,6 % avec les petits hexagones, 28,6 % avec ceux du chapitre, 25,0 % avec les grands et 30,2 % avec les carrés de 2 kilomètres : plus les cellules sont petites, plus la carte « explique » de variance, non parce que le marché est plus hétérogène mais parce que chaque cellule résume moins de ventes et s'ajuste au bruit, jusqu'à la limite d'une cellule par vente qui expliquerait tout. C'est le problème des unités spatiales modifiables sous sa forme d'échelle ; la différence entre hexagones de 1 200 mètres et carrés de 2 kilomètres, d'aires voisines (3,74 contre 4 km^2) mais de part intercellulaire différente (28,6 contre 30,2 %), en est la forme de zonage. Pour un conseil municipal, on recommandera une grille dont les cellules contiennent assez de ventes pour que la médiane soit stable, une vingtaine au moins, donc plutôt les grands hexagones ou, mieux, les unités de voisinage du rôle d'évaluation, qui ont un sens pour les élus et dont les frontières ont été tracées par l'évaluateur municipal ; on indiquera sur la carte le nombre de ventes par zone et l'on hachurera les zones trop peu fournies plutôt que d'y afficher une médiane trompeuse.

Chapitre 39 — Modèles bayésiens et intervalles

Solution de l'exercice 39.1 — Mise à jour d'une opinion d'expert dans un marché mince

(a) Les précisions s'additionnent : $1/s_n^2 = 1/200^2 + 4/300^2 = 2{,}5\times10^{-5} + 4{,}444\times10^{-5} = 6{,}944\times10^{-5}$, d'où $s_n = 120\,\$/\text{m}^2$. Le poids des ventes est $w = (4/300^2)/(6{,}944\times10^{-5}) = 0{,}64$ et la moyenne a posteriori $m_n = 0{,}64\times3520 + 0{,}36\times3300 = 3\,440{,}8\,\$/\text{m}^2$.

(b) L'opinion vaut $n_0 = \sigma^2/s_0^2 = 300^2/200^2 = 2{,}25$ ventes : les quatre ventes observées pèsent $4/(4 + 2{,}25) = 0{,}64$, ce qui est bien le poids w.
(c) Intervalles de crédibilité : à 90 %, $3440{,}8 \pm 1{,}645 \times 120 = [3243; 3638]$ \$/m² ; à 95 %, $3440{,}8 \pm 1{,}96 \times 120 = [3206; 3676]$ \$/m². Pour 165 m², la valeur indiquée est $165 \times 3440{,}8 = 567\,732$ \$ avec un écart-type de $165 \times 120 = 19\,800$ \$; il s'agit de l'incertitude sur le prix unitaire *moyen* du marché, non de la dispersion d'une vente individuelle, qui s'y ajouterait pour un intervalle de prédiction.
(d) Avec $s_0 = 400$, $1/s_n^2 = 6{,}25 \times 10^{-6} + 4{,}444 \times 10^{-5} = 5{,}069 \times 10^{-5}$, $s_n = 140{,}4$ \$/m², $w = 0{,}877$ et $m_n = 3\,492{,}9$ \$/m² : l'opinion ne vaut plus que 0,5625 vente et les données dominent. La formule fait exactement ce que l'évaluateur fait par jugement : moins il est sûr de lui, moins il tempère les ventes.

Solution de l'exercice 39.2 — Lire une distribution prédictive

(a) Pour 650 000 \$: $z = (\ln 650\,000 - 13{,}3627)/0{,}08364 = (13{,}3847 - 13{,}3627)/0{,}08364 = 0{,}264$, et $\Pr(y^* > \ln 650\,000) = 1 - F_{584}(0{,}264) = 0{,}396$: il y a 39,6 % de chances que le sujet se vende plus de 650 000 \$. Pour 550 000 \$: $z = (13{,}2176 - 13{,}3627)/0{,}08364 = -1{,}734$, et $\Pr(y^* < \ln 550\,000) = F_{584}(-1{,}734) = 0{,}042$, soit 4,2 %. L'approximation normale donne 0,396 et 0,041 ; à 584 degrés de liberté elle est indiscernable de la Student.
(b) Les quantiles à 10 et 90 % de la Student à 584 degrés de liberté valent $\mp 1{,}2826$; l'intervalle à 80 % est $\exp(13{,}3627 \mp 1{,}2826 \times 0{,}08364) = [571\,126$ \$; 707 845 \$], à comparer à l'intervalle à 80 % du chapitre 18, de 571 192 \$ à 707 764 \$.
(c) Lecture bayésienne : « Conditionnellement au modèle et aux 600 ventes, la probabilité que le sujet se vende entre 571 000 \$ et 708 000 \$ est de 80 %, et la probabilité qu'il se vende au-dessus de 650 000 \$ est de 40 %. » Lecture fréquentiste correcte de l'intervalle de prédiction : « L'intervalle de 571 000 \$ à 708 000 \$ a été construit par une procédure qui, appliquée à des échantillons répétés de ventes, contient le prix du sujet dans 80 % des cas » ; la phrase « il y a 80 % de chances que le prix soit dans l'intervalle » n'est pas autorisée par la théorie fréquentiste, bien qu'elle soit celle que le lecteur comprend.

Solution de l'exercice 39.3 — Le facteur de rétrécissement

(a) Avec $\sigma^2 = 0{,}006889$ et $\tau^2 = 0{,}0225$, $B_s = n_s\tau^2/(n_s\tau^2 + \sigma^2)$ vaut $0{,}1125/0{,}1194 = 0{,}942$ pour $n_s = 5$, 0,970 pour 10, 0,985 pour 20 et 0,994 pour 47.
(b) L'effet rétréci est $B_s\bar{r}_s + (1 - B_s)\alpha_0 = 0{,}942 \times (-0{,}30) + 0{,}058 \times (-0{,}08) = -0{,}2873$: cinq ventes suffisent à conserver 94 % de l'estimation locale. L'écart-type conditionnel est $\sqrt{1/(5/\sigma^2 + 1/\tau^2)} = \sqrt{1/(725{,}8 + 44{,}4)} = 0{,}0360$, contre $\sigma/\sqrt{5} = 0{,}0371$ pour l'effet fixe : le gain de précision conditionnel est de 3 %, et il est plus que compensé, dans la postérieure marginale, par l'incertitude sur τ, comme le tableau 39.7 le montre.
(c) Avec $\tau = 0{,}05$, $\tau^2 = 0{,}0025$ et $B_s = 0{,}645$ pour $n_s = 5$, 0,784 pour 10, 0,879 pour 20 et 0,945 pour 47. Un quartier de cinq ventes ne conserve plus que les deux tiers de son estimation locale. Le rétrécissement devient déterminant lorsque les groupes se

ressemblent relativement au bruit de transaction, c'est-à-dire pour des découpages fins, quartiers, rues, îlots, où τ est petit et n_s aussi ; pour des secteurs très contrastés comme ceux de Gatineau, il reste marginal.
(d) $B_s = 1/2$ pour $n_s = \sigma^2/\tau^2$: 0,31 vente avec $\tau = 0{,}15$, 2,76 ventes avec $\tau = 0{,}05$. Dans le premier cas, une seule vente fixe déjà l'essentiel du niveau ; dans le second, il en faut trois pour que l'estimation locale et la moyenne commune pèsent autant.

Solution de l'exercice 39.4 — La prédictive de Student

(a) $b_n/a_n = 2{,}0122/292 = 0{,}006891$, ce qui est $SCR/(n-k) = \hat{\sigma}^2$; $s^{*2} = 0{,}006891 \times (1 + 0{,}01509) = 0{,}006995$ et $s^* = 0{,}08364$. La part de l'incertitude sur les coefficients est $0{,}01509/1{,}01509 = 1{,}49$ % de s^{*2} ; le reste est le bruit de transaction.
(b) Avec le quantile de Student, $\exp(13{,}3627 \mp 1{,}9640 \times 0{,}08364) = [539\,504\,\$; 749\,334\,\$]$; avec le quantile normal, [539 688 $; 749 079 $]. L'écart est de 184 $ à la borne basse et de 255 $ à la borne haute, soit 0,03 % : à 584 degrés de liberté, Student et normale ne se distinguent pas.
(c) Avec $t_{20;0{,}975} = 2{,}0860$, la demi-largeur en logarithme passe de $1{,}9640 \times 0{,}08364$ à $2{,}0860 \times 0{,}08364$, soit un élargissement de $2{,}0860/1{,}9640 - 1 = 6{,}2$ % ; l'intervalle devient [534 030 $; 757 014 $]. C'est l'incertitude sur σ, que la loi normale du chapitre 18 ignore et que la Student intègre, et elle croît vite quand les degrés de liberté tombent sous la vingtaine.
(d) Si y^* est de Student à ν degrés de liberté, $\exp(y^*)$ a une densité dont la queue droite décroît comme $(\ln P)^{-(\nu+1)}/P$, trop lentement pour que $\int P \cdot p(P)\,\mathrm{d}P$ converge : l'espérance est infinie quel que soit ν. La quantité à communiquer est la médiane, $\exp(\mathbf{x}_s^\top \mathbf{m}_n) = 635\,821$ $, qui est le prix que le sujet a autant de chances de dépasser que de ne pas atteindre, accompagnée des intervalles de crédibilité ; c'est d'ailleurs ce que « prix le plus probable » veut dire.

Solution de l'exercice 39.5 — Calculer $\hat{R}$

(a) La moyenne des quatre moyennes est $-0{,}260$; leurs écarts au carré somment à 0,000 250, d'où $B = n \times 0{,}000\,250/(m-1) = 1000 \times 0{,}000\,250/3 = 0{,}0833$. $W = (0{,}0049 + 0{,}0052 + 0{,}0047 + 0{,}0055)/4 = 0{,}005\,075$. $\widehat{\mathrm{Var}}^{+} = (999/1000) \times 0{,}005\,075 + 0{,}0833/1000 = 0{,}005\,153$, et $\hat{R} = \sqrt{0{,}005\,153/0{,}005\,075} = 1{,}0077$: en deçà de 1,01, la convergence est acceptable.
(b) Avec une troisième moyenne de $-0{,}371$, la moyenne générale devient $-0{,}285$ et la somme des écarts au carré 0,009 95, d'où $B = 3{,}317$, $\widehat{\mathrm{Var}}^{+} = 0{,}005\,070 + 0{,}003\,317 = 0{,}008\,387$ et $\hat{R} = 1{,}2855$. Une chaîne explore une région différente des trois autres : soit elle n'a pas convergé, soit la postérieure a plusieurs modes ; dans les deux cas, on ne conclut pas.
(c) Si $\rho_t = 0{,}8^t$, $\sum_{t \geq 1} \rho_t = 0{,}8/0{,}2 = 4$ et $ESS = 4000/(1 + 2 \times 4) = 444$. C'est suffisant pour la moyenne a posteriori (erreur de Monte-Carlo d'environ $1/\sqrt{444} = 4{,}7$ % de

l'écart-type a posteriori) mais insuffisant pour un quantile à 2,5 %, dont l'estimation repose sur une vingtaine de tirages effectifs ; il faudrait allonger les chaînes ou, mieux, réduire l'autocorrélation par un tirage par blocs.

Solution de l'exercice 39.6 — Le facteur de défiance d'un a priori emprunté

(a) La ligne $\kappa = 1$ redonne une élasticité de 0,543 avec un écart-type de 0,016 et une médiane du sujet de 630 978 $. Avec $\kappa = 0{,}25$, l'a priori est deux fois plus précis que la postérieure du marché voisin lui-même, ce qui n'est défendable que si l'on dispose d'une information externe supplémentaire ; l'élasticité devient 0,541 avec un écart-type de 0,008 et la médiane du sujet 629 664 $. Avec $\kappa = 100$, l'a priori ne pèse presque plus : l'élasticité remonte à 0,599, son écart-type à 0,053 et la médiane à 644 128 $, proches de la ligne « référence » (0,611, 0,067, 650 965 $). La suite $\kappa = 0{,}25, 1, 4, 16, 100$ dessine le chemin continu entre « le marché voisin décide » et « les quarante ventes décident » ; le rapport doit dire où l'évaluateur s'est placé sur ce chemin et pourquoi.
(b) Dans le modèle du marché voisin, la constante est le niveau de prix du secteur de référence une fois l'indicatrice de ce secteur retirée. Si ce secteur est Gatineau, dont le niveau est 13,1845 contre 13,2074 à Hull, emprunter la constante avec $\kappa = 1$ ne déplace la médiane du sujet que de 631 263 $ contre 630 978 $; si l'on prend Buckingham pour référence (constante 12,9591, soit 22 % sous Hull), la médiane descend à 628 165 $. Le déplacement est modeste parce que quarante ventes locales fixent déjà le niveau avec un écart-type d'environ 0,03 en logarithme, contre 0,07 pour la constante empruntée : les données locales l'emportent. Avec cinq ventes locales, le rapport des précisions s'inverserait et le niveau de Buckingham contaminerait celui de Hull. La règle interdit l'emprunt de la constante parce que le niveau de prix est la quantité propre au marché cible, celle que les ventes locales doivent établir, tandis que les prix implicites sont ce que l'on peut raisonnablement supposer partagé ; le fait que l'emprunt soit inoffensif quand il est inutile et nuisible quand il compte est précisément ce qui le rend indéfendable.
(c) Les 109 ventes de Hull de 2023 et 2024 donnent un a priori qui, appliqué aux quarante ventes du petit marché (toutes de 2025 et 2026), conduit à une élasticité de 0,530 (0,028) et à une médiane du sujet de 628 160 $ dans un intervalle à 95 % de 530 314 $ à 744 060 $; l'a priori « autres secteurs » donne 0,543 (0,016) et 630 978 $. Les deux conclusions diffèrent de 2 800 $. L'a priori « Hull 2023-2024 » emprunte au même marché à une période antérieure ; il suppose la stabilité des prix implicites dans le temps et laisse l'ajustement temporel aux ventes récentes. L'a priori « autres secteurs » emprunte à d'autres marchés à la même période ; il suppose la transférabilité spatiale des prix implicites. Devant un tribunal, le premier est généralement plus défendable : il porte sur le même bassin d'acheteurs, la même typologie de bâti et les mêmes règles d'urbanisme, et sa seule hypothèse, la stabilité des prix implicites sur deux ou trois ans, est vérifiable par la comparaison des deux postérieures. Le second exige de soutenir que l'acheteur de Buckingham valorise un garage comme celui de Hull, ce qui est plausible mais contestable. Dans les deux cas, l'analyse de sensibilité à κ et la présentation du résultat de référence sont ce qui rend l'a priori recevable : il est montré, pas imposé.

Solution de l'exercice 39.7 — Dériver une conditionnelle complète

(a) Les facteurs de la postérieure jointe qui dépendent de α_0 sont $\exp[-\sum_s(\alpha_s - \alpha_0)^2/(2\tau^2)]$ et $\exp[-(\alpha_0 - m)^2/(2s^2)]$. Le premier est, en α_0, le noyau d'une normale de moyenne $\bar{\alpha} = J^{-1}\sum_s \alpha_s$ et de variance τ^2/J ; le produit de deux noyaux normaux est un noyau normal dont la précision est la somme des précisions et la moyenne la moyenne pondérée par les précisions :

$$\alpha_0 \mid \cdot \sim \mathcal{N}\left(\frac{J\bar{\alpha}/\tau^2 + m/s^2}{J/\tau^2 + 1/s^2},\ \frac{1}{J/\tau^2 + 1/s^2}\right).$$

Lorsque $s \to \infty$, $1/s^2 \to 0$ et l'on retrouve $\mathcal{N}(\bar{\alpha}, \tau^2/J)$, l'équation (39.10).
(b) Avec $J = 5$, $\tau = 0{,}181$ ($\tau^2 = 0{,}0328$, $J/\tau^2 = 152{,}4$) et $\bar{\alpha} = 13{,}020$: pour $(m, s) = (13{,}0;\ 1{,}0)$, la précision est $152{,}4 + 1 = 153{,}4$, la moyenne $(152{,}4 \times 13{,}020 + 13{,}0)/153{,}4 = 13{,}0197$ et l'écart-type 0,0808 ; l'a priori ne change presque rien. Pour $(13{,}0;\ 0{,}05)$, la précision est $152{,}4 + 400 = 552{,}4$, la moyenne $(152{,}4 \times 13{,}020 + 400 \times 13{,}0)/552{,}4 = 13{,}0055$ et l'écart-type 0,0425 : l'opinion d'expert, équivalente à $400\tau^2 = 13$ secteurs fictifs, pèse 72 % et tire le niveau moyen vers 13,0 tout en le rendant deux fois plus précis.
(c) Les conditionnelles de β et de σ^2 ne font pas intervenir α_0 ; celles des α_s et de τ^2 font intervenir α_0 par sa valeur courante, mais pas son a priori, puisque le facteur $p(\alpha_0)$ ne dépend ni de α_s ni de τ^2. Seule la conditionnelle de α_0 change.
(d) L'implémentation remplace la ligne du tirage de α_0 par la loi de (a). Avec $(m, s) = (13{,}0;\ 0{,}05)$, quatre chaînes de 3 000 itérations donnent des $\hat{R}$ au millième près de un et des ESS supérieurs à 5 000 pour tous les effets ; α_0 passe de 13,021 (écart-type 0,147) à 13,008 (0,041), τ de 0,181 à 0,185 en médiane, et l'effet de Masson-Angers relatif à Hull de $-0{,}224$ à $-0{,}219$, soit un déplacement de 0,005. L'a priori sur α_0 agit sur le niveau moyen des secteurs, et par le rétrécissement sur les α_s ; mais les effets *relatifs* entre secteurs ne dépendent de α_0 qu'à travers un rétrécissement dont le poids $1 - B_s$ est inférieur à 1 % pour tous les secteurs de Gatineau. L'a priori a donc déplacé le niveau moyen vers 13,0 et l'a rendu trois fois plus précis, sans presque toucher aux écarts entre secteurs, ce qui est bien ce qu'une opinion sur le niveau moyen doit faire.

Chapitre 40 — Monte-Carlo et stress tests

Solution de l'exercice 40.1 — Élicitation d'une loi log-normale

Par l'équation (40.6), la médiane est la moyenne géométrique des deux quantiles, $m = \sqrt{0{,}024 \times 0{,}063} = 0{,}038\,88$, soit 3,89 %, et l'écart-type logarithmique est $\sigma_{\ln} = \ln(0{,}063/0{,}024)/(2 \times 1{,}6449) = \ln(2{,}625)/3{,}2897 = 0{,}293\,4$. La moyenne vaut $m\,e^{\sigma_{\ln}^2/2} = 0{,}03888 \times e^{0{,}04304} = 0{,}040\,59$, soit 4,06 %, et l'écart-type $m\,e^{\sigma_{\ln}^2/2}\sqrt{e^{\sigma_{\ln}^2} - 1} = 0{,}04059 \times \sqrt{e^{0{,}08608} - 1} = 0{,}012\,17$, soit 1,22 %. La probabilité de dépasser 5 % est $1 - \Phi\big(\ln(0{,}05/0{,}03888)/0{,}2934\big) = 1 - \Phi(0{,}857) = 0{,}195\,7$, soit 19,6 %. La loi du cas 3 (médiane 3,9 %, $\sigma_{\ln} = 0{,}30$) est pratiquement la même : l'expert a décrit, à quelques centièmes près, la loi du dossier, ce qui montre que les quantiles 5 et 95 % du tableau 40.2

(2,38 % et 6,39 %) sont bien l'équivalent, en langage d'expert, des paramètres $(m, \sigma_{\ln})$. La moyenne excède la médiane de 0,001 7 parce que la loi est asymétrique à droite : les années d'inoccupation élevée, moins fréquentes, s'écartent davantage de la médiane que les années d'inoccupation faible, bornées par zéro ; c'est la moyenne qui entre dans l'espérance du revenu brut effectif, de sorte qu'une simulation centrée sur la médiane 3,9 % produit un revenu espéré légèrement inférieur au revenu déterministe.

Solution de l'exercice 40.2 — Triangulaire ou bêta-PERT

Pour la triangulaire $\mathscr{T}(0{,}08; 0{,}15; 0{,}25)$: moyenne $(0{,}08 + 0{,}15 + 0{,}25)/3 = 16{,}00\,\%$; variance $(0{,}0064 + 0{,}0225 + 0{,}0625 - 0{,}012 - 0{,}02 - 0{,}0375)/18 = 0{,}001\,216\,7$, écart-type 0,034 88 ; $F(m) = 0{,}07/0{,}17 = 0{,}412$, donc $q_{0{,}05} = 0{,}08 + \sqrt{0{,}05 \times 0{,}17 \times 0{,}07} = 10{,}44\,\%$ et $q_{0{,}95} = 0{,}25 - \sqrt{0{,}05 \times 0{,}17 \times 0{,}10} = 22{,}08\,\%$. Pour la bêta-PERT ($\lambda = 4$) : $\alpha = 1 + 4 \times 0{,}07/0{,}17 = 2{,}647$, $\beta = 1 + 4 \times 0{,}10/0{,}17 = 3{,}353$; moyenne $(0{,}08 + 4 \times 0{,}15 + 0{,}25)/6 = 15{,}50\,\%$; écart-type $\sqrt{(0{,}155 - 0{,}08)(0{,}25 - 0{,}155)/7} = 0{,}031\,90$; quantiles 5 et 95 % (par la fonction quantile de la loi bêta) 10,46 % et 20,94 %. La probabilité d'une rotation supérieure à 20 % est $(0{,}25 - 0{,}20)^2 / \big((0{,}25 - 0{,}08)(0{,}25 - 0{,}15)\big) = 0{,}147$ pour la triangulaire et 0,092 pour la PERT : la triangulaire donne 60 % de poids en plus à la queue haute, parce que sa densité décroît linéairement jusqu'au maximum au lieu de s'y écraser. Le choix importerait si la rotation pesait sur la valeur ; or le tableau 40.7 lui attribue 1,3 % de la variance (indice de Sobol 0,013) et une amplitude de tornade de 90 738 $. Remplacer la triangulaire par la PERT abaisserait la moyenne de la rotation d'un demi-point et réduirait sa dispersion de 9 %, pour un effet sur la valeur médiane de l'ordre de quelques milliers de dollars, inférieur à l'erreur de Monte-Carlo (4 100 $). Le choix importerait en revanche dans un modèle où la rotation gouverne la valeur, par exemple un immeuble dont tous les baux sont très en dessous du marché et dont la valeur dépend de la vitesse du rattrapage.

Solution de l'exercice 40.3 — Nombre de tirages requis

L'écart-type « pour $N = 1$ » de la médiane est $\sigma_1 = \sqrt{0{,}25}/f(q_{0{,}5}) = 0{,}5/(1{,}2093 \times 10^{-6}) = 413\,451\,\$$, ce que l'on retrouve aussi par $\mathrm{se}_{10\,000} \times \sqrt{10\,000} = 4135 \times 100$. Par l'équation (40.12) avec $z_{0{,}975} = 1{,}96$: pour une demi-largeur de 5 000 $, $N \geq (1{,}96 \times 413\,451/5000)^2 = 26\,267$; pour 1 000 $, $N \geq 656\,665$, soit vingt-cinq fois plus, puisque la précision est cinq fois meilleure et que le coût croît comme le carré. Pour une probabilité voisine de 0,5, $\sigma_1 = \sqrt{0{,}5 \times 0{,}5} = 0{,}5$: à un point près, $N \geq (1{,}96 \times 0{,}5/0{,}01)^2 = 9\,604$; à un demi-point, $N \geq 38\,415$. Les 10 000 tirages du traité suffisent donc à estimer la probabilité de bris de covenant au point près et la médiane à 8 000 $ près à 95 %. Vouloir la médiane à 1 000 $ près demanderait deux tiers de million de tirages, ce qui reste faisable en quelques secondes avec le modèle vectorisé, mais serait vain : l'écart-type du taux d'actualisation, qui explique plus de la moitié de la variance de la valeur, est fixé à 50 pb par jugement, et le porter à 40 ou 60 pb déplacerait les quantiles de dizaines de milliers de dollars. L'erreur de Monte-Carlo doit être rendue petite devant l'incertitude

de modélisation, pas devant le dollar ; au-delà, l'effort doit porter sur l'ancrage empirique des lois.

Solution de l'exercice 40.4 — Copule gaussienne à la main

Avec $\sigma_1 = 0{,}005$, $\sigma_2 = 0{,}0064$ et $\rho = 0{,}78$, l'équation (40.7) donne

$$\mathbf{L} = \begin{pmatrix} 0{,}005 & 0 \\ 0{,}78 \times 0{,}0064 & 0{,}0064\sqrt{1-0{,}78^2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0{,}005000 & 0 \\ 0{,}004992 & 0{,}004005 \end{pmatrix},$$

et $\mathbf{L}\mathbf{L}^{\mathsf{T}}$ a pour éléments $0{,}005^2 = 2{,}500 \times 10^{-5}$, $0{,}005 \times 0{,}004992 = 2{,}496 \times 10^{-5} = \rho\sigma_1\sigma_2$ et $0{,}004992^2 + 0{,}004005^2 = 4{,}096 \times 10^{-5} = 0{,}0064^2$: la matrice de covariance est bien reconstituée. Pour $(\varepsilon_1, \varepsilon_2) = (1{,}2; -0{,}5)$: $Z_1 = 0{,}005 \times 1{,}2 = 0{,}0060$ et $Z_2 = 0{,}004992 \times 1{,}2 - 0{,}004005 \times 0{,}5 = 0{,}005990 - 0{,}002003 = 0{,}003988$, d'où $r = 0{,}0725 + 0{,}0060 = 7{,}85\,\%$ et $R_T = 0{,}05 + 0{,}003988 = 5{,}40\,\%$: un tirage de taux d'actualisation élevé entraîne un taux terminal élevé, le second tirage indépendant ne le ramenant qu'en partie. La corrélation de Spearman induite est $(6/\pi)\arcsin(0{,}39) = 0{,}765$. La construction du cas 3, $R_T = r - \delta$ avec $r \sim \mathcal{N}(0{,}0725; 0{,}005^2)$ et $\delta \sim \mathcal{N}(0{,}0225; 0{,}004^2)$ indépendants, s'écrit $R_T - 0{,}05 = 0{,}005\,\varepsilon_1 - 0{,}004\,\varepsilon_2'$: c'est exactement la seconde ligne de $\mathbf{L}$ avec $\rho\sigma_2 = 0{,}005$ et $\sigma_2\sqrt{1-\rho^2} = 0{,}004$ (le signe de ε_2' est indifférent), d'où $\sigma_2 = \sqrt{0{,}005^2 + 0{,}004^2} = 0{,}0064$ et $\rho = 0{,}005/0{,}0064 = 0{,}781$, conformément à l'équation (40.9). La relation structurelle « taux terminal = taux d'actualisation moins croissance » est donc une copule gaussienne dont les paramètres sont implicites ; l'avantage de l'écrire ainsi est que chaque paramètre a un sens économique.

Solution de l'exercice 40.5 — VaR, CVaR et approximation normale

Sur les 10 000 valeurs simulées, le quantile 10 % est 1 823 312 $; la VaR à 10 % par rapport à 2 208 566 $ est donc $2\,208\,566\,\$ - 1\,823\,312\,\$ = 385\,254\,\$$, soit 17,4 % de la valeur. La moyenne des 1 000 plus petites valeurs est 1 717 358 $, d'où une CVaR de 491 208 $, soit 22,2 %. Sous l'hypothèse normale de moyenne 2 233 506 $ et d'écart-type 350 443 $, le quantile 10 % serait $\mu + \sigma z_{0,10} = 2\,233\,506 - 350\,443 \times 1{,}2816 = 1\,784\,395\,\$$, soit une VaR de 424 171 $, et l'espérance de queue serait $\mu - \sigma\varphi(z_{0,10})/0{,}10 = 2\,233\,506 - 350\,443 \times 1{,}7550 = 1\,618\,485\,\$$, soit une CVaR de 590 081 $. L'approximation normale surestime la VaR de 38 917 $ et la CVaR de 98 873 $: la distribution simulée est asymétrique à droite (moyenne supérieure à la médiane de 41 898 $, queue haute longue), de sorte que sa queue basse est plus courte que celle d'une normale de même écart-type, lequel est gonflé par la queue haute. Un prêteur qui garantit 75 % de la valeur, soit 1 656 425 $, regarde la probabilité que la valeur tombe sous ce montant, $F(1\,656\,425\,\$)$, qui se lit sur la fonction de répartition simulée (2,1 % sur les 10 000 tirages) et, pour la gravité de la perte au-delà, la CVaR au niveau correspondant plutôt que la VaR, qui ne dit rien de ce qui se passe une fois le seuil franchi. La CVaR est sous-additive : la CVaR d'un portefeuille de prêts n'excède jamais la somme des CVaR, ce qui en fait une mesure cohérente pour l'agrégation ; la

VaR peut au contraire croître par agrégation lorsque les distributions sont asymétriques ou à queues épaisses, ce qui récompenserait paradoxalement la concentration.

Solution de l'exercice 40.6 — Incertitude doublée sur le taux d'actualisation

Avec $\sigma_r = 100$ pb et la même graine, la médiane est de 2 184 377 $ (contre 2 191 608 $), l'écart-type de 546 896 $ (contre 350 443 $, soit ×1,56), le coefficient de variation de 24,0 % (contre 15,7 %), l'intervalle à 90 % de 1 539 790 $ à 3 322 787 $ (contre 1 735 194 $ à 2 876 902 $) et la probabilité d'une valeur inférieure à deux millions de 35,6 % (contre 26,5 %). La médiane bouge à peine parce que la loi de r reste centrée sur 7,25 % : élargir une loi symétrique ne déplace pas son centre, et la valeur est presque linéaire en r sur la plage considérée, de sorte que la médiane de la valeur suit la médiane de r ; la légère baisse (7 231 $) tient à la convexité, qui déplace la moyenne vers le haut et la médiane vers le bas quand la dispersion croît, et à l'élargissement de la loi de $R_T = r - \delta$, dont le plancher à 3,5 % devient plus souvent actif. Si le modèle est additif, la variance due à r quadruple tandis que les autres contributions sont inchangées : l'indice de Sobol de r passe d'environ 0,528 à $4 \times 0{,}528/(1 + 3 \times 0{,}528) = 0{,}817$; la variance totale est multipliée par $1 + 3 \times 0{,}528 = 2{,}58$, soit un écart-type multiplié par 1,61, proche du 1,56 observé, l'écart venant du plancher du taux terminal et des interactions. Phrase de rapport : « La valeur par flux actualisés de 2 208 566 $ repose d'abord sur un taux d'actualisation de 7,25 % qui, en l'absence d'enquête publique sur les rendements exigés pour le multirésidentiel montréalais, n'est connu qu'à un point de pourcentage près à 90 % ; sous cette incertitude, neuf fois sur dix la valeur se situe entre 1 540 000 $ et 3 323 000 $, et il y a environ une chance sur trois qu'elle soit inférieure à deux millions ; la conclusion ponctuelle n'en est pas moins la meilleure estimation, mais le lecteur doit savoir que sa précision est gouvernée par le taux de rendement exigé, non par l'exploitation de l'immeuble. »

Chapitre 41 — Plus haute et meilleure utilisation, terrains et développement

Solution de l'exercice 41.1 — Les quatre tests

Test légal. La densité admet $\lfloor 900/200 \rfloor = 4$ logements et la grille en plafonne le nombre à 4 : le programme de six logements échoue d'emblée sur le nombre de logements. L'aire de plancher maximale est $0{,}70 \times 900 = 630\ \text{m}^2$; le programme de six logements exigerait $6 \times 80/0{,}85 = 565\ \text{m}^2$, ce qui respecterait le COS, mais le test est déjà perdu sur la densité. Le programme de quatre logements exige $4 \times 110/0{,}85 = 518\ \text{m}^2$ de plancher brut, moins que 630 m², et quatre logements : il franchit le test légal, sous réserve des marges, de la hauteur (trois étages) et de quatre cases de stationnement.
Vérifications physiques pour le programme de quatre logements. L'enveloppe constructible après marges doit loger 518 m² de plancher sur au plus trois étages, soit une empreinte

d'au moins 173 m² par étage ; il faut vérifier la façade et la profondeur du lot, l'emplacement de quatre cases de stationnement et des accès, la capacité des branchements d'aqueduc et d'égout pour quatre logements, la portance du sol (une maison de 1952 peut reposer sur des fondations qui n'informent pas sur le sol) et l'absence de servitudes ou de milieux humides. La démolition de la maison de 1952 suppose en outre une vérification de la présence d'amiante et de réservoirs souterrains, dont le coût entre dans la préparation du site.
Pourquoi ne pas chiffrer le programme écarté. Le test financier mesure la valeur résiduelle d'un usage que le marché pourrait réaliser ; un usage que la grille interdit ne peut être réalisé qu'après une modification réglementaire ou un projet particulier, c'est-à-dire avec une probabilité et un délai. Le chiffrer comme s'il était permis produirait une valeur sans objet ; s'il est raisonnablement probable, il doit être traité par l'équation (8.9), avec p et T justifiés, et non par la méthode résiduelle seule. L'ordre des tests évite ce travail inutile et, surtout, l'erreur de conclure à une valeur fondée sur un usage interdit.

Solution de l'exercice 41.2 — Valeur résiduelle statique

(a) Produit : $6 \times 95 \times 4900 = 2\,793\,000$ \$. Coûts directs : $570 \times 2300 = 1\,311\,000$ \$; indirects : $0{,}15 \times 1311000 = 196\,650$ \$; démolition 45 000 \$; marge $0{,}15 \times 2793000 = 418\,950$ \$; financement $0{,}03 \times 2793000 = 83\,790$ \$. Reste avant contribution : $2793000 - 1311000 - 196650 - 45000 - 418950 - 83790 = 737\,610$ \$. Valeur résiduelle par l'équation (8.8) : $737610/1{,}10 = 670\,555$ \$, dont la contribution pour fins de parcs représente 67 055 \$.
(b) Sans financement ni contribution : $737610 + 83790 = 821\,400$ \$. L'écart de 150 845 \$, soit 22 % du résidu complet, se décompose en 83 790 \$ de financement omis et 67 055 \$ de contribution omise : deux postes « secondaires » qui, additionnés et amplifiés par l'effet de levier, modifient la valeur du terrain de plus d'un cinquième. C'est l'erreur fréquente signalée au chapitre.
(c) La démolition est incluse dans le résidu ($D = 0$ dans l'équation (41.2)) ; comme $V_L = 670\,555\,\$ > V_{\text{act}} = 520\,000\,\$$, la démolition est justifiée et la prime d'option immédiate est de 150 555 \$, soit 29 % de la valeur en usage. La conclusion suppose que le marché des terrains à redévelopper est actif et que l'acheteur type est un promoteur ; la prudence commande de la confronter à des ventes de démolition-reconstruction du secteur avant de la retenir.

Solution de l'exercice 41.3 — Calendrier et financement intérimaire

(a) Coûts : $400 \times 2300 = 920\,000$ \$; prêt $L = 0{,}75 \times 920000 = 690\,000$ \$; la mise de fonds de 25 % couvre le premier quart des déboursés, de sorte que le prêt est tiré pendant $T_{\text{eff}} = 2 \times 0{,}75 = 1{,}5$ an et que, par l'équation (23.6), $F = 690000 \times 0{,}0619 \times 1{,}5/2 = 32\,033$ \$. Frais de vente $0{,}04 \times 1800000 = 72\,000$ \$; marge $0{,}15 \times 1800000 = 270\,000$ \$. Reste à la livraison : $1800000 - 72000 - 920000 - 32033 - 270000 = 505\,967$ \$. Facteur : $(1 + 0{,}10)(1{,}0619)^2 = 1{,}10 \times 1{,}1276 = 1{,}2404$. Valeur résiduelle par l'équation (41.5) : $505967/1{,}2404 = 407\,908$ \$.

(b) Avec $r_L = 0$: $505967/1{,}10 = 459\,970$ \$. Le coût du temps est de $1 - 407908/459970 = 11{,}3$ % du résidu statique, pour deux ans de portage à 6,19 % : c'est exactement $1{-}1{,}0619^{-2}$, et il s'ajoute aux intérêts intérimaires déjà comptés dans les coûts, qui ne couvrent que le prêt de construction et non le terrain.
(c) Forme linéaire : $a = (1{-}0{,}04{-}0{,}15)/1{,}2404 = 0{,}6530$ et $b = (920000{+}32033)/1{,}2404 = 767\,524$ \$, de sorte que $V_L = 0{,}6530 \times 1800000 - 767524 = 407\,908$ \$. Élasticité par l'équation (41.8) : $a\,GDV/V_L = 1 + b/V_L = 1 + 767524/407908 = 2{,}88$: une baisse de 10 % du produit de vente retranche 28,8 % de la valeur du terrain.

Solution de l'exercice 41.4 — Extraction par les démolitions-reconstructions

(a) Par l'équation (41.4), $\hat{V}_L = 455000 + 28000 = 483\,000$ \$. La contribution du bâtiment est $C_B = P - \hat{V}_L = -28\,000$ \$: l'acheteur a payé la valeur du terrain moins ce qu'il lui en coûte de s'en débarrasser, ce qui est la définition même d'une vente de démolition. En pourcentage, le bâtiment vaut −6,2 % du prix.
(b) Pour la maison de 1996 : $C_B = 610000 - 483000 = 127\,000$ \$, soit 20,8 % du prix, positive. Elle ne peut servir de comparable à la maison de 1948 : les deux ventes appartiennent à deux marchés, celui des terrains (acheteurs promoteurs ou autoconstructeurs qui démoliront) et celui des maisons (acheteurs occupants). La maison de 1948 a pour comparables les autres ventes de démolition du secteur et les terrains vacants ; la maison de 1996, les maisons d'âge et de taille voisins. Les ajuster l'une sur l'autre pour l'âge et la superficie supposerait une fonction de prix continue qui n'existe pas au point où le bâtiment cesse de contribuer.
(c) Dye et McMillen (2007) montrent que la probabilité de démolition croît avec le rapport entre la valeur du terrain et la valeur totale, et que les prix des propriétés démolies ne réagissent plus aux caractéristiques du bâtiment ; McMillen et O'Sullivan (2013) montrent que, dans un modèle hédonique estimé sur un secteur où les démolitions sont fréquentes, les coefficients des caractéristiques du bâtiment, dont l'âge, tendent vers zéro à mesure que la probabilité de démolition augmente. Un modèle estimé sur ce secteur mélange donc deux fonctions de prix : le coefficient de l'âge serait biaisé vers zéro, parce que, pour les maisons anciennes, le prix ne dépend plus de l'âge mais du terrain. La correction consiste soit à estimer le modèle sur les seules ventes de maisons conservées, soit à inclure une variable d'option de redéveloppement, comme le proposent Clapp et Salavei (2010).

Solution de l'exercice 41.5 — Arbre binomial à deux périodes

(a) Par l'équation (41.10), $u = e^{0{,}15\sqrt{5}} = 1{,}3985$ et $d = 1/u = 0{,}7150$. Par l'équation (41.11), $\Phi = (1{,}02/1{,}04)^5 = 0{,}9075$ et $q = (0{,}9075 - 0{,}7150)/(1{,}3985 - 0{,}7150) = 0{,}2815$; le facteur d'actualisation par période est $1{,}02^{-5} = 0{,}9057$.
(b) Produits aux nœuds : $t = 1$: 1 398 514 \$ (hausse) et 715 045 \$ (baisse) ; $t = 2$: 1 955 841 \$, 1 000 000 \$ et 511 289 \$. Gains d'exercice $\max\{0{,}70\,GDV - 800000, 0\}$: à $t = 2$, 569 089 \$, 0 et 0 ; à $t = 1$, 178 960 \$ au nœud de hausse et 0 au nœud de baisse ; à $t = 0$, 0 (le seuil

de la valeur actuelle nette est $800000/0{,}70 = 1\,142\,857$ \$). Récurrence (41.12) : au nœud de hausse de $t = 1$, la continuation vaut $0{,}9057 \times 0{,}2815 \times 569089 = 145\,121$ \$, inférieure au gain d'exercice de 178 960 \$: le propriétaire exerce, et la valeur du nœud est 178 960 \$. Au nœud de baisse, 0. À $t = 0$, la continuation vaut $0{,}9057 \times 0{,}2815 \times 178960 = 45\,636$ \$, supérieure au gain d'exercice nul : la valeur de l'option américaine est 45 636 \$. L'option européenne, exerçable seulement à $t = 2$, vaut $0{,}9057^2 \times 0{,}2815^2 \times 569089 = 37\,007$ \$.
(c) Oui : au nœud de hausse, exercer rapporte 178 960 \$ contre 145 121 \$ pour attendre. L'exercice anticipé est optimal parce que le rendement de détention $y = 4$ % excède le taux sans risque : chaque période d'attente fait perdre le loyer net de l'immeuble achevé, ce que la faible probabilité risque-neutre de hausse ($q = 0{,}28$) ne compense pas. L'écart entre les options américaine et européenne, 8 629 \$, est la valeur de cette faculté d'exercice intermédiaire.
(d) La règle de la valeur actuelle nette conclut à ne pas redévelopper aujourd'hui ($0{,}70 \times 1000000 - 800000 < 0$) et attribue au bien sa seule valeur en usage, 700 000 \$. L'analyse d'option ajoute 45 636 \$, soit 6,5 % : la valeur du droit de redévelopper si les prix montent.

Solution de l'exercice 41.6 — Seuil de Capozza et Helsley

(a) L'équation (41.13) est linéaire du second ordre à coefficients constants, avec second membre constant R_A. Une solution particulière est $V = R_A/r$; la solution homogène est $Ae^{\alpha R} + Be^{\beta R}$, où $\alpha > 0$ et $\beta < 0$ sont les racines de $\frac{1}{2}\sigma^2 x^2 + gx - r = 0$. Lorsque la rente du nouvel usage devient très faible, l'option de convertir perd toute valeur et V doit tendre vers R_A/r : cela impose $B = 0$, d'où $V(R) = R_A/r + Ae^{\alpha R}$ (condition de bornitude). Au seuil R^*, la valeur du terrain non converti doit égaler la valeur convertie nette du coût, $V(R^*) = R^*/r + g/r^2 - C$ (continuité de la valeur), et, le seuil étant choisi de façon optimale, les pentes doivent coïncider, $V'(R^*) = 1/r$ (raccordement lisse). De la seconde, $Ae^{\alpha R^*} = 1/(r\alpha)$; dans la première, $R_A/r + 1/(r\alpha) = R^*/r + g/r^2 - C$, d'où $R^* = R_A + rC - g/r + 1/\alpha$, qui est l'équation (41.15).
(b) $\alpha = [-400 + \sqrt{400^2 + 2 \times 0{,}05 \times 4000^2}]/4000^2 = 5{,}79 \times 10^{-5}$; seuil de certitude $R_A + rC = 18000 + 0{,}05 \times 600000 = 48\,000$ \$; prime $1/\alpha - g/r = 17266 - 8000 = 9\,266$ \$; $R^* = 57\,266$ \$. La rente courante de 42 000 \$ devrait croître de $57266/42000 - 1 = 36{,}3$ % avant que la conversion soit optimale ; sous certitude, de 14,3 % seulement.
(c) En écrivant $\alpha = 2r/(g + \sqrt{g^2 + 2r\sigma^2})$, on a $1/\alpha = [g + \sqrt{g^2 + 2r\sigma^2}]/(2r)$, qui tend vers g/r quand $\sigma \to 0$: la prime s'annule. Comme $\sqrt{g^2 + 2r\sigma^2}$ est croissante en σ, la prime l'est aussi ; numériquement, elle vaut 3 483 \$ pour $\sigma = 2\,000$ \$, 9 266 \$ pour 4 000 \$ et 21 612 \$ pour 8 000 \$ par année.
(d) R_A correspond au rendement de détention de l'usage actuel ($y V_{\text{act}}$ dans l'exemple du chapitre) et C aux coûts de construction, de démolition et de financement ; rC est l'intérêt annuel sur le coût de conversion, et $R_A + rC$ est la rente qui rend la valeur actuelle nette de la conversion nulle. Le modèle omet les frais de vente, la marge du promoteur, la contribution pour fins de parcs et le délai de construction, qui tous relèvent le seuil dans la méthode résiduelle ; il omet aussi le vieillissement du bâtiment, qui abaisse R_A avec le temps et rapproche la conversion. Il décrit un propriétaire qui

convertit lui-même sans friction ; c'est le pendant en temps continu de la convention de la construction sur commande.

Solution de l'exercice 41.7 — PHMU et conventions de marge

(a) Avec une marge de 12 % du produit et des frais de vente de 3 %, la fonction `residuel_developpement` donne 183 529 $ pour la maison neuve, 223 981 $ pour le duplex et 269 989 $ pour le triplex sous la convention du promoteur. Le triplex dépasse désormais la maison neuve bâtie sur commande (266 187 $) de 3 802 $, un écart de 1,4 % qui ne permet pas de conclure : la PHMU du terrain vacant devient indéterminée entre les deux usages, et la conformité au voisinage ainsi que le prix du marché des terrains unifamiliaux (277 000 $, supérieur aux deux) maintiennent la conclusion en faveur de la maison. L'exercice montre que la hiérarchie des usages dépend de la marge exigée par le promoteur, un paramètre que l'évaluateur doit extraire du marché plutôt que poser.
(b) Par l'équation (41.7) avec $\bar{V} = 266\,187$ $ et les coefficients du triplex de base ($a = 0{,}6729$, $b' = 595\,378$ $, puisque $b = b' + V_{\text{act}}$), le produit de seuil est $GDV^* = (266187 + 595378)/0{,}6729 = 1\,280\,327$ $, soit une hausse de 4,5 % du prix des unités neuves. La conclusion de la section 41.5 est donc fragile à la marge près : une hausse de moins de 5 % des prix des unités neuves, à coûts constants, ferait du triplex de promoteur l'usage le plus productif du terrain vacant, et une hausse de 5,8 % le porterait au-dessus du prix du marché des terrains unifamiliaux.
(c) Avec une valeur en usage de 350 000 $, $b = 595378 + 350000 = 945\,378$ $ et le seuil de la valeur actuelle nette tombe à 1 404 877 $, soit 14,6 % au-dessus du produit actuel. La prime de l'option à deux périodes vaut 14 897 $ à 10 % de volatilité et 47 091 $ à 15 %, soit 4,3 et 13,5 % de la valeur en usage : pour une maison très dépréciée, l'option cesse d'être négligeable et devient une composante de la valeur à expliquer au rapport.
(d) *Note (modèle).* Le rapport présente d'abord la PHMU du terrain réputé vacant, en énumérant les usages examinés, les tests franchis et la valeur résiduelle de chacun avec ses hypothèses, puis conclut à l'usage retenu en expliquant pourquoi les autres, bien que faisables, ne sont pas les plus productifs pour l'acheteur type du terrain. Il présente ensuite la PHMU du bien amélioré : la valeur dans l'usage actuel, la contribution du bâtiment et la comparaison avec la valeur du terrain nette de la démolition, d'où la conclusion au maintien. Il explique que les deux conclusions ne se contredisent pas, le bâtiment ayant une contribution positive qui retarde la réalisation de l'usage le plus dense, et il situe cet usage comme une option dont il estime la valeur sous des hypothèses déclarées. Pour soutenir ces conclusions, il cherche dans le secteur des ventes de terrains vacants et de propriétés achetées pour démolition (permis de démolition, construction postérieure), dont le prix révèle la valeur du terrain et l'acheteur type ; des ventes de plex neufs vendus à la pièce, qui confirment les prix de sortie ; et des projets récents dont les coûts et les prix permettent d'extraire la marge effectivement réalisée. Sans ces ventes, la PHMU du terrain vacant reste une hypothèse de travail et la prime d'option n'est pas ajoutée à la conclusion.

Chapitre 42 — Copropriétés et conversions

Solution de l'exercice 42.1 — Charges d'une fraction

La somme des superficies est $60 + 75 + 75 + 90 + 90 + 110 = 500\,\text{m}^2$, et la quote-part d'une fraction de $90\,\text{m}^2$ est $90/500 = 0{,}18$ selon l'équation (7.7). Le budget total est de $36\,000 + 15\,000 + 4\,000 = 55\,000\,\$$; la contribution annuelle de la fraction est $0{,}18 \times 55\,000 = 9\,900\,\$$, soit $825\,\$$ par mois. Elle se décompose en $0{,}18 \times 36\,000 = 6\,480\,\$$ de charges courantes, $0{,}18 \times 15\,000 = 2\,700\,\$$ de contribution au fonds de prévoyance et $0{,}18 \times 4\,000 = 720\,\$$ de contribution au fonds d'auto assurance.
Seules les charges courantes entrent dans l'ajustement de l'équation (42.5), parce qu'elles seules sont un coût d'usage sans contrepartie patrimoniale : la contribution au fonds de prévoyance finance des réparations majeures dont le copropriétaire bénéficiera, et celle au fonds d'auto assurance constitue une réserve liquide qui lui appartient collectivement ; les capitaliser comme des charges reviendrait à pénaliser la copropriété prudente. La situation du fonds est traitée séparément, par le déficit de capitalisation et l'ajustement de syndicat de l'équation (42.6). Rapportées au mètre carré, les charges courantes de cet immeuble sont de $36\,000/500 = 72\,\$/\text{m}^2$ par année, grandeur que l'on compare à celle des immeubles concurrents.

Solution de l'exercice 42.2 — Lire une attestation

La part de la fraction dans la cotisation spéciale est $0{,}085 \times 40\,000 = 3\,400\,\$$; elle est exigible dans six mois et incombera à l'acquéreur si la vente est conclue avant, à moins que la promesse d'achat n'en dispose autrement (art. 1069 C.c.Q.). L'écart entre le montant recommandé par l'étude et le solde réel est $180\,000 - 62\,000 = 118\,000\,\$$, dont la part de la fraction est $0{,}085 \times 118\,000 = 10\,030\,\$$; c'est la mesure la plus directe du déficit de capitalisation, qui tient lieu du D_0 de l'équation (7.14) lorsque l'étude fournit la recommandation de solde. L'exposition totale de l'acheteur est donc de $3\,400 + 10\,030 = 13\,430\,\$$, dont $3\,400\,\$$ de passif certain et $10\,030\,\$$ de passif latent que le renflouement sur dix ans et les hausses de cotisation transformeront en versements ; la hausse de cotisation annuelle nécessaire pour la fraction est $0{,}085 \times (19\,500 - 9\,000) = 892{,}50\,\$$.
Les rubriques utilisées sont celles de l'article 10 du règlement relatives au solde du fonds de prévoyance et à la recommandation de l'étude, aux contributions exigées et aux cotisations spéciales, et aux litiges. Il manque, pour juger du risque de nouvelles cotisations spéciales, la rubrique des travaux majeurs prévus au cours des dix prochaines années avec leur coût estimé, rapprochée des sinistres et des inspections des cinq dernières années : c'est elle qui dit si le déficit de $118\,000\,\$$ se matérialisera bientôt, par exemple au remplacement d'une toiture, ou s'il peut être comblé par les cotisations avant la prochaine dépense. Dans la grille, l'ajustement de syndicat de cette fraction par rapport à un comparable sain serait de $-\kappa \times 13\,430$, soit $-13\,430\,\$$ pour $\kappa = 1$.

Solution de l'exercice 42.3 — Capitaliser un écart de charges

L'écart de charges courantes est $(62 - 48) \times 90 = 1\,260\,\$$ par année. L'équation (42.5) donne un ajustement de $1\,260/0{,}06 = 21\,000\,\$$ pour $R_c = 6\,\%$, de $1\,260/0{,}08 = 15\,750\,\$$ pour $8\,\%$ et de $1\,260/0{,}12 = 10\,500\,\$$ pour $12\,\%$; la fraction la moins chargée vaut davantage de ce montant, et c'est le prix de la fraction la plus chargée qui est relevé d'autant lorsqu'elle sert de comparable. La borne de Gordon de l'équation (42.4), avec $r = 5\,\%$ et $g = 2{,}5\,\%$, capitalise l'écart à $1\,260/(0{,}05 - 0{,}025) = 50\,400\,\$$, plus de trois fois l'ajustement à $8\,\%$: elle suppose un acheteur à horizon infini qui escompte intégralement un écart perpétuel, hypothèses que le marché ne vérifie pas.

Si l'écart tient à un ascenseur et à un concierge, l'ajustement ne doit pas être appliqué en entier, et peut-être pas du tout. Les charges supplémentaires achètent des services que les acheteurs valorisent et qui sont déjà payés dans le prix par le canal de la qualité de l'immeuble ; capitaliser l'écart de charges et comparer deux immeubles dont l'un offre ces services reviendrait à compter deux fois la même différence, une fois en négatif dans les charges et une fois en positif dans la qualité. La bonne pratique consiste à n'ajuster par capitalisation que la part de l'écart qui ne correspond à aucun service différent, par exemple une assurance plus coûteuse ou une gestion plus lourde à services égaux, et à traiter les services par un ajustement de qualité distinct, estimé par paires d'immeubles avec et sans ascenseur. À défaut de pouvoir séparer les deux, l'évaluateur préfère des comparables dont le niveau de services est celui du sujet.

Solution de l'exercice 42.4 — Une grille à un comparable

Le prix ramené à la date d'évaluation est $342\,000 \times 1{,}02^{5/12} = 344\,834\,\$$, soit un ajustement de conditions du marché de $+2\,834\,\$$. Les ajustements de propriété, du point de vue du sujet, sont : étage, $344\,834 \times (0{,}02 - 0) = +6\,897\,\$$, le sujet au troisième étant supérieur au comparable du deuxième ; orientation, $344\,834 \times (-0{,}03 - 0{,}03) = -20\,690\,\$$, le sujet au nord étant inférieur au comparable au sud ; stationnement, $-28\,000\,\$$, le sujet n'ayant pas de case ; superficie, $(80 - 84) \times 2\,190 = -8\,760\,\$$. Le prix ajusté est $342\,000 + 2\,834 + 6\,897 - 20\,690 - 28\,000 - 8\,760 = 294\,280\,\$$. L'ajustement brut est $(2\,834 + 6\,897 + 20\,690 + 28\,000 + 8\,760)/342\,000 = 19{,}6\,\%$ et l'ajustement net $-47\,720/342\,000 = -14{,}0\,\%$: le comparable est systématiquement supérieur au sujet, ce qui expose l'estimation au risque d'une surestimation des primes d'orientation et de stationnement, et un second comparable plus proche du sujet serait nécessaire pour conclure.

L'ajustement de syndicat est négligeable parce que le comparable est dans le même immeuble que le sujet : les deux fractions partagent le même déficit de capitalisation D_0 et l'ajustement de l'équation (42.6) se réduit à $\kappa(q_j - q_s)D_0$, produit de la différence de quotes-parts, de l'ordre de quelques millièmes pour des superficies voisines, par le déficit. Si le déficit était de 100 000 $ et la différence de quotes-parts de 0,005, l'ajustement serait de 500 $, sans effet sur la conclusion. De même, aucun ajustement de charges n'est nécessaire, les deux fractions supportant les mêmes charges courantes par mètre carré ; c'est l'avantage du premier cercle de comparables décrit à la section 42.2.1.

Solution de l'exercice 42.5 — Valeur marchande et valeur d'investissement d'une fraction louée

Au loyer de 1 700 $ par mois, le revenu brut potentiel est de 20 400 $ et le revenu brut effectif, après 2,1 % d'inoccupation, de 19 972 $. Les dépenses sont les taxes (3 300 $), l'assurance (600 $), les frais de copropriété normalisés (10 218 $) et la gestion ($0{,}05 \times 19\,972 = 999$ $), soit 15 117 $; le revenu net d'exploitation de l'équation (42.7) est de 4 855 $, et le taux implicite sur un prix de 380 000 $ de $4\,855/380\,000 = 1{,}28$ %.
Pour atteindre un taux de 4 %, le revenu net devrait être de $0{,}04 \times 380\,000 = 15\,200$ $. En notant RBE le revenu brut effectif, la condition $RBE - 3\,300 - 600 - 10\,218 - 0{,}05\,RBE = 15\,200$ donne $RBE = 29\,318/0{,}95 = 30\,861$ $, puis un revenu brut potentiel de $30\,861/(1 - 0{,}021) = 31\,523$ $, soit un loyer de 2 627 $ par mois. Ce loyer excède de 44 % le loyer moyen des copropriétés de deux chambres offertes en location dans la RMR de Montréal en octobre 2025 (1 826 $) et de 91 % celui de la RMR de Québec (1 377 $) ; aucun marché québécois ne l'offre pour une fraction de ce type. La conclusion est que le prix des fractions n'est pas fixé par les investisseurs mais par les acheteurs-occupants, qui comparent le coût d'usage de la propriété à un loyer et incorporent l'anticipation de plus-value ; l'investisseur qui achète au prix du marché accepte un rendement courant très faible et parie sur la hausse des prix et des loyers. Pour l'évaluateur, la méthode du revenu donne ici une valeur d'investissement, $4\,855/0{,}04 = 121\,375$ $ pour un investisseur exigeant 4 %, sans rapport avec la valeur marchande ; elle ne doit pas servir à estimer cette dernière.

Solution de l'exercice 42.6 — Faisabilité d'une conversion avec le script du chapitre

(a) Avec un taux global de 4,75 %, la valeur en bloc devient $82\,533/0{,}0475 = 1\,737\,546$ $ au lieu de 1 572 065 $, et la prime de conversion, pour une valeur de conversion inchangée de 1 692 804 $, devient *négative* : $1\,692\,804 - 1\,737\,546 = -44\,742$ $. Un demi-point de taux de capitalisation suffit à faire disparaître l'intérêt de la conversion, ce qui montre que la prime se juge toujours par rapport à une valeur en bloc elle-même incertaine. (b) Avec une rotation de 30 % et une décote de 10 %, la valeur de conversion monte à 1 893 849 $: les logements occupés se libèrent vite et le reliquat vendu occupé est faible, de sorte que l'écart brut entre la somme des fractions et la valeur en bloc est capté presque entièrement. (c) Sans les 120 000 $ d'individualisation des services, la valeur de conversion augmente exactement de 120 000 $, parce que ce coût est engagé à $t = 0$ dans l'équation (42.10) et n'est donc pas actualisé ; tout coût de conversion différé d'un an ne pèserait que $1/1{,}10$ de son montant. (d) Dans le tableau 42.9, la vente occupée dès la première année domine l'attente pour toutes les rotations lorsque $\delta = 10$ % ou 20 % ; pour $\delta = 30$ %, elle domine jusqu'à $\rho = 20$ % inclus et l'attente l'emporte à $\rho = 30$ % (1 871 145 $ contre 1 776 002 $).
Note au propriétaire. Avant d'entreprendre la conversion, vérifier d'abord le droit : l'immeuble, parce qu'il comporte des logements, ne peut être converti sans l'autorisation du Tribunal administratif du logement (art. 51) ; s'il est dans l'agglomération de Montréal, la conversion est interdite sauf dérogation de l'arrondissement (art. 51 et 54.12) ; ailleurs, le règlement municipal peut l'interdire ou la conditionner (art. 54.13). Vérifier ensuite la

séquence : avis d'intention à chaque locataire avant toute démarche ou visite (art. 52), gel des travaux non urgents et de toute reprise (art. 53 et 54), demande au Tribunal dans les six mois (art. 54.1), inscription de la déclaration dans l'année de l'autorisation (art. 54.4), rapport d'expert et circulaire avant chaque première vente (art. 54.6), offre préalable au locataire aux mêmes prix et conditions (art. 54.7). Vérifier enfin les faits : le profil et l'ancienneté des locataires, qui gouvernent la rotation, le marché des copropriétés du secteur et sa tendance, l'existence d'investisseurs acheteurs de fractions occupées, le coût réel du cadastre vertical et de l'individualisation des services, et l'écart entre la valeur en bloc et la somme des fractions, puisqu'une prime de 7,7 % disparaît si le taux de capitalisation des immeubles locatifs baisse d'un demi-point ou si les prix des copropriétés reculent de 6,3 %.

Solution de l'exercice 42.7 — Convertir une indivision en copropriété divise

Chaque part indivise vaut, sans décote, $1\,050\,000/3 = 350\,000\,\$$, et avec la décote de 12 % de l'équation (7.15), $350\,000 \times 0{,}88 = 308\,000\,\$$; la valeur totale des trois parts est de 924 000 $, inférieure de 126 000 $ à la valeur de l'immeuble en pleine propriété. Après conversion, les trois fractions vaudraient $3 \times 370\,000 = 1\,110\,000\,\$$, somme supérieure à la valeur de l'immeuble entier parce que les acheteurs-occupants de fractions paient davantage, par logement, que l'acheteur d'un triplex entier. Le gain net de la conversion est $1\,110\,000 - 924\,000 - 60\,000 = 126\,000\,\$$, soit 42 000 $ par indivisaire si les coûts et les gains sont partagés à parts égales, ce que la convention d'indivision et la valeur relative des fractions peuvent moduler. Le gain provient pour 126 000 $ de la suppression de la décote d'indivision et pour 60 000 $ de l'écart entre la somme des fractions et la pleine propriété, dont les coûts de conversion absorbent la totalité.

L'interdiction de conversion dans l'agglomération de Montréal, énoncée au troisième alinéa de l'article 51 de la Loi sur le TAL, « ne s'applique pas à l'immeuble dont tous les logements sont occupés par des propriétaires indivis » : les trois indivisaires occupant chacun leur logement, l'immeuble échappe à l'interdiction montréalaise et aux dérogations de l'article 54.12. Les autres conditions demeurent dans la mesure où elles s'appliquent : le premier alinéa de l'article 51 exige l'autorisation du Tribunal pour tout immeuble comportant ou ayant comporté au cours des dix années précédentes au moins un logement, de sorte qu'un logement loué à un tiers au cours de la dernière décennie appelle la vérification de la procédure complète (avis d'intention, demande dans les six mois, préemption d'un éventuel locataire) ; la portée exacte de cette exigence pour un immeuble entièrement occupé par ses propriétaires relève d'un avis juridique, que l'évaluateur recommande d'obtenir avant de compter le gain. Le Code civil exige en outre un plan cadastral qui immatricule séparément les parties privatives et communes (art. 3030), d'où les frais d'arpenteur-géomètre compris dans les 60 000 $, et la déclaration doit indiquer la valeur relative de chaque fraction et la méthode suivie pour l'établir (art. 1053).

L'évaluateur mandaté pour la valeur relative documente la méthode : les critères admis par l'article 1041 (nature, destination, dimensions et situation de chaque partie privative, à l'exclusion de son utilisation et donc de l'état intérieur ou des améliorations de chaque

indivisaire), les superficies mesurées selon une convention unique, les coefficients d'étage et d'orientation retenus et leur justification, et la règle d'arrondi qui assure que les quotes-parts somment à l'unité ; il précise que cette valeur relative est une clé de répartition des charges et des voix, fixée dans la déclaration et non modifiable par une décision du syndicat contraire à celle-ci (art. 1102), et qu'elle se distingue de la valeur marchande de 370 000 $ que chaque fraction pourrait obtenir sur le marché.

Chapitre 43 — Risques environnementaux et sinistres

Solution de l'exercice 43.1 — Lire un coefficient de zone inondable

Par la formule de Halvorsen et Palmquist, l'effet en pourcentage est $100\,[e^{-0{,}083}-1] = -7{,}96$ %. La correction de Kennedy retranche la moitié de la variance de l'estimateur : $100\,[e^{-0{,}083-0{,}021^2/2}-1] = -7{,}99$ %, un écart négligeable ici parce que l'erreur-type est petite. L'intervalle de confiance à 95 % du coefficient est $-0{,}083 \pm 1{,}96 \times 0{,}021$, soit $[-0{,}1242 ; -0{,}0418]$; transformé, il donne un effet compris entre $-11{,}68$ et $-4{,}10$ %.
Ce coefficient mesure la décote moyenne, à caractéristiques données, des biens situés en zone inondable sur toute la période de l'échantillon : c'est le prix que le marché attache au risque tel qu'il le connaît, avant et après tout événement confondus. Il ne mesure pas le stigmate d'une inondation passée, qui est la *variation* de cette décote après l'événement. Pour le mesurer, il faut ajouter au modèle une indicatrice de période (ventes postérieures à l'événement) et son interaction avec l'indicatrice de zone, selon l'équation (43.12) ; le coefficient de l'interaction est le stigmate, celui de l'indicatrice de zone devient la décote antérieure à l'événement. Si l'échantillon comporte des biens riverains non exposés, une variable d'aménité (vue sur l'eau) doit aussi figurer au modèle, faute de quoi la décote est sous-estimée (section 43.6).

Solution de l'exercice 43.2 — Prime de taux et décote de valeur

Hors zone, $V = 120000/0{,}0525 = 2\,285\,714$ $. En zone inondable, le taux est $0{,}0525 \times 1{,}0786 = 5{,}663$ % et $V = 120000/0{,}05663 = 2\,119\,149$ $. La décote est $2119149/2285714 - 1 = -7{,}29$ %, et l'on vérifie que $1 - 1/1{,}0786 = 0{,}0729$: par l'équation (43.3), une prime de 7,86 % du taux équivaut à une décote de valeur de 7,29 %, et non de 7,86 %, parce que la valeur est inversement proportionnelle au taux.
Si le risque réduit en outre le revenu net de 3 %, l'équation (43.4) donne $\Delta \ln V = \ln 0{,}97 - \ln 1{,}0786 = -0{,}0305 - 0{,}0757 = -0{,}1061$, soit une décote totale de $100\,[e^{-0{,}1061}-1] = -10{,}07$ %. Les deux effets s'additionnent en logarithme, non en pourcentage : $7{,}29 + 3 = 10{,}29$ serait une approximation acceptable, mais la valeur exacte est $1 - 0{,}97/1{,}0786 = 10{,}07$ %.

Solution de l'exercice 43.3 — Terrain contaminé

Par l'équation (43.5), avec $T = 1$ an, $r = 7\ \%$, $s = 8\ \%$ et $k = 20\ \%$: la valeur actualisée du terrain propre stigmatisé est $850000 \times 0{,}92/1{,}07 = 730\,841\,\$$; la valeur actualisée du coût, payé à mi-parcours, est $95000 \times 1{,}20/1{,}07^{0{,}5} = 110\,208\,\$$; il n'y a pas de perte de revenu pour un terrain vacant. La valeur contaminée est $730841 - 110208 = 620\,633\,\$$, soit 26,98 % de moins que la valeur propre.
L'écart de 229 367 $ se décompose en : coût de réhabilitation provisionné et actualisé, 110 208 $ (48,0 %) ; coût du délai, $850000 \times 0{,}92 - 730841 = 51\,159\,\$$ (22,3 %) ; stigmate, $0{,}08 \times 850000 = 68\,000\,\$$ (29,6 %). La règle « valeur propre moins coût » aurait donné $850000 - 95000 = 755\,000\,\$$, soit 134 367 $ de trop : elle ignore la provision, le délai et le stigmate, qui pèsent ensemble davantage que le coût nominal des travaux. La fonction `valeur_terrain_contamine` du script du chapitre reproduit ces montants.

Solution de l'exercice 43.4 — Valeur après sinistre et assurance

Le taux mensuel équivalent à 6 % est $r_m = 1{,}06^{1/12} - 1 = 0{,}4868\ \%$. La perte d'usage actualisée est $\sum_{m=1}^{4} 3600/(1 + r_m)^m = 14\,226\,\$$; le stigmate est $0{,}04 \times 980000 = 39\,200\,\$$. Par l'équation (43.8), la valeur de l'immeuble sinistré est $980000 - 140000 - 14226 - 39200 = 786\,574\,\$$, soit une perte de 19,7 %.
L'indemnité est $0{,}80 \times 140000 - 5000 = 107\,000\,\$$. Par l'équation (43.9), la position du propriétaire assuré est $786574 + 107000 = 893\,574\,\$$ et sa perte nette $980000 - 893574 = 86\,426\,\$$, qui se répartit en coûts non couverts $140000 - 107000 = 33\,000\,\$$, loyers perdus 14 226 $ et stigmate 39 200 $: le stigmate est le premier poste de la perte nette et il n'est pas assurable.
Un an plus tard, les travaux terminés et documentés, le coût de remise en état et la perte d'usage ont disparu ; seul subsiste le stigmate résiduel mesuré sur le marché. Si le marché est par ailleurs inchangé, la valeur est $980000 \times (1 - 0{,}015) = 965\,300\,\$$; le stigmate est passé de 39 200 $ à 14 700 $. C'est le profil de récupération partielle que Ortega et Taşpinar (2018) observent pour les propriétés endommagées par Sandy.

Solution de l'exercice 43.5 — Doubles différences à la main

Par l'équation (43.13) : $\hat{\delta} = (12{,}86 - 12{,}84) - (12{,}98 - 12{,}90) = 0{,}02 - 0{,}08 = -0{,}06$, soit $100\,[e^{-0{,}06} - 1] = -5{,}82\ \%$. Les prix des maisons hors zone ont progressé de 8 points de logarithme, ceux des maisons exposées de 2 ; la différence de 6 points est attribuée à l'inondation. L'estimateur mesure le *stigmate*, c'est-à-dire l'aggravation de la décote après l'événement, et non la décote elle-même : avant l'inondation, les maisons exposées valaient déjà 6 points de moins (12,84 − 12,90), et cette décote antérieure n'entre pas dans $\hat{\delta}$. Les deux hypothèses sont celles des tendances parallèles (sans l'inondation, les prix des maisons exposées auraient progressé de 8 points comme ceux des autres) et de l'absence d'anticipation (les ventes antérieures n'intégraient pas déjà la crainte de l'événement).

Si les maisons exposées vendues après l'inondation sont plus petites que celles vendues avant, leur logarithme moyen de prix est abaissé par la composition et non par le stigmate : la progression des exposées (0,02) est sous-estimée, et $\hat{\delta}$ est biaisé vers une décote trop forte. La régression de l'équation (43.12) ajoute les caractéristiques des maisons (superficies, âge, qualité) et une tendance temporelle continue : le coefficient de l'interaction compare alors des maisons semblables, et il est accompagné d'une erreur-type que l'estimateur à quatre moyennes ne fournit pas.

Solution de l'exercice 43.6 — Inférence de randomisation

(a) Le nombre d'affectations est $\binom{48}{3} = 17296$, et le script les énumère toutes (fonction `did_cas4`) ; la valeur p est la part des estimateurs placebo dont la valeur absolue atteint celle de l'estimateur observé, ce que le test `test_ex6_randomisation` vérifie : $p = 0{,}0052$ pour l'estimateur naïf ($-0{,}1129$) et $0{,}0240$ pour l'estimateur par strate ($-0{,}0794$).
(b) Avec un choc permanent de $-0{,}02$, l'estimateur naïf devient $-0{,}0829$ ($p = 0{,}033$) et l'estimateur par strate $-0{,}0494$ ($p = 0{,}138$) : le choc n'est plus détecté au seuil de 5 % par l'estimateur le mieux spécifié. Avec $-0{,}10$, les estimateurs sont de $-0{,}1629$ ($p = 0{,}0001$) et de $-0{,}1294$ ($p = 0{,}002$) : un choc de 10 % est détecté sans ambiguïté. Dans les trois cas, l'estimateur par strate reste éloigné de la vérité ($-0{,}049$ pour $-0{,}02$; $-0{,}079$ pour $-0{,}05$; $-0{,}129$ pour $-0{,}10$) : l'écart d'environ $-0{,}03$ est le même, il vient de la tendance propre des trois immeubles traités, non du choc.
(c) En déplaçant l'événement à 2017T2 sans injecter de choc (fenêtres 2016T1–2017T1 et 2017T2–2019T1), l'estimateur naïf est de $-0{,}0153$ et $p = 0{,}44$: rien n'est détecté, ce qui est le résultat attendu d'un placebo et rassure sur l'absence de tendance différentielle forte avant 2019.
Note. Un événement qui touche trois immeubles sur quarante-huit permet de rejeter l'hypothèse d'absence d'effet lorsque l'effet est grand (un choc de 10 % du revenu net est détecté avec $p < 0{,}01$), mais il ne permet pas de le chiffrer : l'estimateur par strate surestime la vérité de trois points de logarithme quelle que soit l'ampleur du choc, parce que le hasard des trajectoires de trois immeubles ne se moyenne pas, et l'intervalle de confiance couvre une plage du simple au triple. La précision ne vient pas de la longueur des séries (42 trimestres) mais du nombre d'unités traitées ; un portefeuille n'en offre jamais assez. Pour chiffrer une décote, l'évaluateur doit sortir du portefeuille et recourir à un marché plus large (ventes de nombreux immeubles exposés) ou à la littérature, et réserver l'analyse d'événement du portefeuille à ce qu'elle sait faire : établir qu'un effet existe, en estimer l'ordre de grandeur et en suivre la dynamique.

Solution de l'exercice 43.7 — Pyrite : tester, corriger ou déprécier

(a) Par l'équation (11.2), le test est justifié si la probabilité du défaut excède $p^* = t/C = 1200/25000 = 4{,}8$ %. Une maison de 1984 d'un secteur documenté, sans certificat de remblai, dépasse ce seuil : le test est recommandé et, tant qu'il n'est pas fait, la conclusion

de valeur repose sur une hypothèse extraordinaire divulguée.
(b) Si le remblai est gonflant, la dépréciation curable est, par l'équation (43.6), $25000 + 2000 = 27\,000$ $ (sans stigmate résiduel documenté). La dépréciation incurable qu'impliquerait le maintien du défaut, par l'équation (43.7), est $1800/0{,}055 = 32\,727$ $. La correction coûte moins que la perte capitalisée : le défaut est curable au sens du chapitre 24, et c'est la dépréciation de 27 000 $ qu'il faut retenir ; retenir 32 727 $ supposerait qu'un acheteur rationnel renonce à une correction rentable. La fonction `desuetude_vs_correction` du script reproduit les deux montants.
(c) Le stigmate d'une pyrite excavée et documentée est en général faible : la cause est éliminée, non seulement traitée, et le dossier (rapport de laboratoire avant travaux, factures d'excavation et de remblai certifié, rapport de l'entrepreneur) permet à l'acheteur de vérifier plutôt que de croire. Jackson (2001) relèvent que le stigmate de la contamination décroît avec le temps écoulé depuis la réhabilitation et avec la qualité de l'information disponible, et qu'il est le plus fort lorsque la source du problème demeure ou que la correction n'est pas vérifiable. La pyrite excavée est dans le premier cas ; une dalle simplement réparée sans retrait du remblai est dans le second. L'évaluateur distingue donc deux situations que le marché distingue : une maison « avec pyrite réparée » et une maison « avec remblai remplacé », et il mesure, lorsque des ventes le permettent, l'écart résiduel entre la seconde et des maisons jamais touchées, qui est le stigmate au sens de la définition 43.1.

Chapitre 44 — Rénovation et efficacité énergétique

Solution de l'exercice 44.1 — Facture au tarif D et prix marginal

Le seuil annuel de la première tranche est $40 \times 365 = 14\,600$ kWh et les frais d'accès valent $0{,}461\,54 \times 365 = 168{,}46$ $. Pour 18 000 kWh : première tranche $14\,600 \times 0{,}070\,65 = 1\,031{,}49$ $, seconde tranche $3\,400 \times 0{,}111\,42 = 378{,}83$ $, facture $168{,}46 + 1\,031{,}49 + 378{,}83 = 1\,578{,}78$ $; prix moyen $1\,578{,}78/18\,000 = 8{,}77$ ¢, prix marginal 11,142 ¢. Pour 26 000 kWh : seconde tranche $11\,400 \times 0{,}111\,42 = 1\,270{,}19$ $, facture 2 470,14 $, prix moyen 9,50 ¢, prix marginal 11,142 ¢. Mille kilowattheures évités à partir de 26 000 valent $1\,000 \times 0{,}111\,42 = 111{,}42$ $, puisque la consommation reste au-dessus du seuil. Le logement qui passe de 15 000 à 14 000 kWh franchit le seuil : 400 kWh sont évités au prix de la seconde tranche (44,57 $) et 600 au prix de la première ($600 \times 0{,}070\,65 = 42{,}39$ $), soit 86,96 $. La différence tient au prix marginal : l'économie se valorise au prix de la tranche où se trouve le kilowattheure évité, et non au prix moyen de la facture, qui inclut les frais d'accès fixes et la première tranche moins chère.

Solution de l'exercice 44.2 — Subvention LogisVert

L'aide est proportionnelle à la capacité à −8 °C : 24×50 $ = 1\,200$ $ pour l'appareil standard et 24×120 $ = 2\,880$ $ pour l'appareil climat froid, toutes deux sous le plafond de 6 700 $. Le plafond devient contraignant lorsque $120 \times C/1\,000 = 6\,700$, soit

$C = 55\,833$ BTU/h, une capacité de l'ordre de quatre tonnes et demie, rare pour une maison unifamiliale. Un appareil climat froid de 60 000 BTU/h donnerait $60 \times 120 = 7\,200$ \$, ramenés au plafond de 6 700 \$. Les règles proviennent de la page du programme consultée le 31 octobre 2026 et doivent être revérifiées à la date des travaux.

Solution de l'exercice 44.3 — Remplacer les fenêtres : rénovation ou investissement énergétique ?

La subvention est $16 \times 300\,\$ = 4\,800\,\$$, plafonnée à $4\,500\,\$$; le coût net est $22\,311 - 4\,500 = 17\,811\,\$$. L'économie aux prix de 2026 est $600 \times 0{,}111\,42 = 66{,}85\,\$$ par année. Sur 30 ans, avec une croissance de 3,0 % et un taux de 4,58 %, la valeur actuelle des économies est $\sum_{t=1}^{30} 66{,}85\,(1{,}03)^t/(1{,}0458)^t = 1\,597{,}80\,\$$, et la VAN vaut $-17\,811 + 1\,597{,}80 = -16\,213{,}20\,\$$; le TRI est de −7,98 %. Le facteur de recouvrement du capital à 4,58 % sur 30 ans est $0{,}0458/(1 - 1{,}0458^{-30}) = 0{,}06197$, l'annuité du coût net $17\,811 \times 0{,}06197 = 1\,103{,}77\,\$$ et le coût de l'énergie économisée $1\,103{,}77/600 = 1{,}84\,\$$ par kilowattheure, soit 183,96 ¢, plus de seize fois le prix marginal. Sans subvention, la VAN tombe à $-20\,713{,}20\,\$$. Ces travaux ne sont pas un investissement énergétique : ce sont un *remplacement à l'identique* d'une composante qui a consommé 71,7 % de sa vie utile (tableau 44.1), dont l'effet sur la facture est marginal. L'évaluateur n'en traite pas la contribution par la valeur actuelle des économies, mais par la dépréciation : des fenêtres neuves annulent la dépréciation imputée aux anciennes dans la méthode du coût (15 989,85 \$ au chapitre 11), et, dans la comparaison, elles rapprochent le sujet des comparables dont les fenêtres sont récentes, sans que le marché n'ajoute le coût des travaux.

Solution de l'exercice 44.4 — Coût de l'énergie économisée

Le facteur de recouvrement à 4,58 % sur 31 ans est $0{,}0458/(1-1{,}0458^{-31}) = 0{,}06103$. Avec subvention, l'annuité du coût net est $2\,180 \times 0{,}06103 = 133{,}04\,\$$ et le CEE $133{,}04/880 = 15{,}12$ ¢ par kilowattheure ; sans subvention, $4\,180 \times 0{,}06103 = 255{,}10\,\$$ et 28,99 ¢. À 8 %, le facteur est $0{,}08/(1 - 1{,}08^{-31}) = 0{,}08811$, l'annuité nette 192,07 \$ et le CEE 21,83 ¢. Comparés au prix marginal de 11,142 ¢, aucun de ces coûts n'est inférieur : à prix de l'électricité constant, l'isolation n'est rentable dans aucun des trois cas. Elle ne l'est, dans l'exemple intégral, que parce que le prix croît de 3,0 % par année : la croissance relève la valeur actuelle des économies à 2 404,60 \$, juste au-dessus du coût net de 2 180 \$. Sans subvention et avec cette croissance, la VAN est de $-1\,775{,}40\,\$$. L'enseignement est que, au tarif québécois, la rentabilité de l'isolation d'une maison déjà conforme à sa date repose entièrement sur la subvention et sur l'anticipation de hausses tarifaires.

Solution de l'exercice 44.5 — Transposer une prime verte

Les primes appliquées à 637 953 $ donnent 0,0232 × 637 953 = 14 800,51 $ (Europe) et 0,0536 × 637 953 = 34 194,27 $ (Amérique du Nord). La valeur actuelle des économies des deux mesures est de 5 806,91 $ sur quinze ans et, si la thermopompe était remplacée à l'identique sans coût de sorte que les économies durent trente et un ans, de 10 700,48 $. La prime européenne vaut donc 2,5 fois la valeur actuelle des économies sur quinze ans et 1,4 fois sur trente et un ans ; la prime nord-américaine, 5,9 et 3,2 fois. Paragraphe au client : « La prime verte que l'on cite pour l'Europe ou les États-Unis mesure l'écart de prix entre des maisons étiquetées et non étiquetées dans des marchés où l'énergie de chauffage coûte plusieurs fois le tarif québécois et où l'étiquette signale souvent une maison récente et de qualité. La valeur d'une maison économe pour un acheteur est au plus la somme actualisée des factures qu'il évitera : $V_E = \sum S_t/(1+r)^t$. Pour votre maison, au tarif D, ces économies valent entre 5 800 $ et 10 700 $ selon la durée, soit moins de 2 % de la valeur, alors que les primes publiées en représenteraient 2,3 à 5,4 %. Appliquer ces primes reviendrait à faire payer à l'acheteur deux à six fois ce que les économies valent ; aucune donnée québécoise ne montre que le marché le fait. Ce que votre thermopompe ajoute en confort de climatisation est une autre question, que nous mesurons par comparaison avec des maisons équipées et non équipées. »

Solution de l'exercice 44.6 — Seuils d'équilibre et tornade

Le script (fonction `seuils`) donne : (a) une croissance d'équilibre du prix de l'électricité de 14,40 % par année pendant quinze ans, près de cinq fois la hausse approuvée par la Régie ; (b) une économie d'équilibre de 8 683 kWh par année, soit 78,9 % de la charge de chauffage, alors que l'hypothèse est de 30 % ; (c) un coût net d'équilibre égal à la valeur actuelle des économies, 4 893,46 $, ce qui exigerait une subvention de 16 500 − 4 893,46 = 11 606,54 $, presque le double du plafond de 6 700 $. La tornade (fonction `sensibilite_tornade`) classe les paramètres par l'étendue de la VAN : subvention (de −11 606,54 $ sans aide à −4 906,54 $ au plafond, étendue 6 700 $), coût installé (±20 % : −10 586,54 $ à −3 986,54 $, 6 600 $), économies (20 % à 40 % du chauffage : −8 917,69 $ à −5 655,39 $, 3 262 $), consommation de référence (16 000 à 28 000 kWh : −9 163,72 $ à −5 951,96 $, 3 212 $), durée de vie (12 à 20 ans : −8 177,94 $ à −5 888,43 $, 2 290 $), croissance du prix (0 à 6 % : −8 252,85 $ à −6 025,92 $, 2 227 $) et taux d'actualisation (8 % à 2 % : −8 325,70 $ à −6 211,70 $, 2 114 $). Discussion : aucun paramètre ne suffit, seul, à rendre positive la VAN d'une installation avant terme ; la rentabilité se joue dans le coût net, donc dans la subvention et le prix de l'appareil, bien plus que dans les paramètres financiers. C'est ce qui justifie la structure de LogisVert : bonifier l'appareil climat froid de 70 $ par 1 000 BTU/h par rapport au standard cible exactement le surcoût de la technologie performante (2 555,34 $ dans l'exemple, contre une bonification de 2 520 $), au moment où le propriétaire doit de toute façon remplacer son appareil ; la subvention agit sur la décision incrémentale, où elle est décisive, plutôt que sur la décision d'investir avant terme, où elle serait insuffisante et coûteuse.

Solution de l'exercice 44.7 — Paires de ventes et prix implicite

Avec les tolérances de référence (25 m², 10 ans, 18 mois, 5 km), 30 paires : médiane 5,78 %, moyenne 4,65 %, écart-type 13,64 %. (a) Tolérances élargies (30 m², 15 ans, 24 mois, sans limite de distance) : 59 paires, médiane 6,04 %, moyenne 8,31 %, écart-type 14,11 %. (b) Tolérances resserrées (15 m², 8 ans, 9 mois, 2 km) : 4 paires seulement, médiane 0,92 %, moyenne 4,98 %, écart-type 8,50 %. Le prix implicite hédonique de l'échelon de qualité est $\exp(0{,}06108) - 1 = 6{,}30\,\%$; avec la correction de Kennedy, $\exp(\hat{\beta} - \frac{1}{2}\widehat{\mathrm{Var}}(\hat{\beta})) - 1 = \exp(0{,}06108 - \frac{1}{2} \times 0{,}00423^2) - 1 = 6{,}298\,\%$, la variance étant négligeable. L'arbitrage est celui du chapitre 16 : des tolérances larges donnent beaucoup de paires et une moyenne stable mais contaminée par les différences résiduelles de superficie, d'âge et de date, qui ne se compensent qu'en moyenne et gonflent l'écart-type ; des tolérances étroites donnent des paires presque pures mais si peu nombreuses que la médiane de quatre observations n'a aucune précision. La régression domine parce qu'elle utilise les 600 ventes, contrôle simultanément toutes les caractéristiques et livre un écart-type de 0,00423 sur le coefficient, soit un intervalle de confiance d'environ ±0,9 % sur l'effet, contre ±4,9 % pour la moyenne des trente paires. L'appariement garde sa valeur de *vérification* : il montre que l'effet est visible dans des transactions concrètes et pas seulement dans un coefficient, et il protège contre une erreur de spécification du modèle.

Chapitre 45 — Cas 1 : maison unifamiliale à Gatineau

Solution de l'exercice 45.1 — Unités de comparaison de la valeur conclue

Par mètre carré habitable hors sol : $605\,000/165 = 3\,666{,}67\,\$$; par mètre carré d'aire brute hors sol : $605\,000/190{,}08 = 3\,182{,}87\,\$$; par pied carré habitable : $605\,000/(165 \times 10{,}7639) = 340{,}64\,\$$; par mètre carré habitable sous-sol compris : $605\,000/235 = 2\,574{,}50\,\$$. Le prix médian au mètre carré habitable des cinq comparables est de 3 339,57 $ (tableau 45.8) et l'indication brute du chapitre 16, $3\,339{,}57 \times 165 = 551\,029\,\$$: la valeur conclue lui est supérieure de 9,8 %. L'écart tient aux attributs du sujet que le prix unitaire ignore : garage (3,3 % au modèle), sous-sol fini (2,2 %), terrain de 620 m² contre une médiane de 538 m² chez les comparables (élasticité 0,094), âge intermédiaire ; et au fait que deux des comparables les plus lourds dans la médiane (G0404, G0575) se sont vendus nettement sous leur prix prédit. Les trois autres valeurs unitaires ne doivent pas être rapprochées des prix des comparables parce que ceux-ci sont exprimés par mètre carré *habitable hors sol* selon la convention du MEFQ : rapprocher 2 574,50 $ (sous-sol compris) de 3 339,57 $ conclurait à une sous-évaluation de 23 % qui n'est qu'un mélange de conventions (équation (12.9)).

Solution de l'exercice 45.2 — Droits de mutation et liquidités aux bornes de la fourchette

La base d'imposition est max(prix; 468 000 × 1,02 = 477 360), soit le prix dans les deux cas. À 575 000 $: droits de Gatineau = 314,50 + 2 521 + 2 775 + 0,03 × 75 000 = 7 860,50 $; barème général = 314,50 + 2 521 + 0,015 × 260 000 = 6 735,50 $; mise de fonds minimale = 25 000 + 0,10 × 75 000 = 32 500 $; prêt 542 500 $ (RPV 94,35 %), prime de 4 % = 21 700 $, taxe de 9 % (hypothèse) = 1 953 $; liquidités = 32 500 + 7 860,50 + 1 953 = 42 313,50 $. À 640 000 $: droits de Gatineau = 5 610,50 + 0,03 × 140 000 = 9 810,50 $; barème général 7 710,50 $; mise minimale = 25 000 + 14 000 = 39 000 $; prêt 601 000 $ (RPV 93,91 %), prime 24 040 $, taxe 2 163,60 $; liquidités 50 974,10 $. Entre les deux prix, les droits municipaux augmentent de 1 950 $ pour 65 000 $ de prix, soit le taux marginal de 3 % de la dernière tranche, contre 975 $ (1,5 %) selon le barème général : la majoration municipale double le coût marginal de la mutation au-dessus de 500 000 $.

Solution de l'exercice 45.3 — Mise de fonds de 10 % ou de 20 %

Par rapport à la mise minimale (paiement 3 154,16 $), la mise de 10 % (25 000 $ de plus) économise 164,56 $ par mois, soit 9 873,56 $ sur 60 mois, et 5 900,50 $ de prime ; la mise de 20 % (85 500 $ de plus) économise 453,78 $ par mois, soit 27 227,08 $ sur 60 mois, et toute la prime, 22 780 $. Le coût d'opportunité annuel de la mise supplémentaire à 3,58 % est de 895 $ (10 %) et de 3 060,90 $ (20 %) ; placée cinq ans à ce taux, la mise supplémentaire vaudrait 29 807,09 $ (intérêts 4 807,09 $) et 101 940,24 $ (intérêts 16 440,24 $). Pour l'acheteur qui dispose de 130 000 $, le patrimoine net après 60 mois, à valeur constante de 605 000 $ et économies de paiement cumulées sans intérêt, est de 605 000 − 516 675,31 = 88 324,69 $ avec la mise minimale (le reste des 130 000 $ étant conservé), 605 000 − 489 719,27 + 9 873,56 = 125 154,28 $ avec 10 % et 605 000 − 425 495,38 + 27 227,08 = 206 731,69 $ avec 20 % ; mais ces chiffres ne sont pas comparables tant que l'on n'ajoute pas, aux deux premiers, la mise non versée et ses intérêts. En ajoutant la mise non versée placée à 3,58 % (101 940,24 $ pour la mise minimale, 72 133,15 $ pour 10 %), le patrimoine comparable devient 190 264,93 $, 197 287,43 $ et 206 731,69 $: la mise de 20 % l'emporte de 16 467 $ sur la mise minimale, parce que l'économie de prime (22 780 $, dont les intérêts courent pendant 25 ans) et l'écart entre le taux du prêt (4,12 % ou 4,58 %) et le rendement du placement (3,58 %) jouent dans le même sens. La conclusion se renverse si le placement rapporte plus que le coût du prêt majoré de l'effet de la prime : à un rendement d'environ 7 % par an sur la mise non versée, la mise minimale redevient préférable sur cinq ans (vérification : $85\,500 \times (1{,}07^5 - 1{,}0358^5) \approx 18\,000$ $, de l'ordre de l'écart à combler). Le choix dépend donc du rendement attendu des placements, de la tolérance au risque et de la valeur accordée aux liquidités conservées.

Solution de l'exercice 45.4 — Valeur du prêteur inférieure au prix

Si le prêteur retient 575 000 $, le prêt assuré maximal est $0{,}95 \times 575\,000 = 546\,250$ $; la mise de fonds requise est $605\,000 - 546\,250 = 58\,750$ $, soit 23 250 $ de plus que la mise minimale réglementaire de 35 500 $. Le rapport prêt-valeur calculé sur le prix est de 90,29 %, la prime de 4 % (le rapport prêt-*valeur du prêteur* étant de 95 %) = 21 850 $, le prêt total 568 100 $, le paiement à 4,12 % sur 300 mois 3 025,39 $, le paiement au taux admissible de 6,12 % 3 675,36 $, et le revenu minimal selon l'ABD $(44\,104{,}34 + 4\,076{,}01 + 2\,400)/0{,}39 = 129\,693$ $; les liquidités à la signature passent à $58\,750 + 8\,760{,}50 + 1\,966{,}50 = 69\,477$ $. Si le prêteur retient 640 000 $, la base du prêt reste le prix, la moindre des deux grandeurs, et le montage de la mise minimale est inchangé (prêt de base 569 500 $). La fourchette de valeur renseigne donc le prêteur sur les deux risques qu'il court : la borne basse mesure le supplément de mise de fonds que l'acheteur devrait trouver si la garantie était évaluée prudemment (et donc le risque que la transaction échoue à la condition de financement), la borne haute mesure la marge dont la garantie dispose au-dessus du prix.

Solution de l'exercice 45.5 — Hausse de taux au renouvellement et ratio ABD

Le solde de 516 675,31 $ refinancé sur 240 mois à 6,12 % ($r = (1{,}0306)^{1/6} - 1 = 0{,}005038$) donne un paiement de 3 714,57 $, en hausse de 17,8 % sur le paiement initial de 3 154,16 $; avec les taxes (4 076,01 $) et le chauffage (2 400 $) inchangés, le revenu minimal selon l'ABD est $(44\,574{,}84 + 4\,076{,}01 + 2\,400)/0{,}39 = 130\,900$ $, inférieur au revenu de qualification initial de 134 507 $: le ménage qui s'était qualifié respecte encore le ratio, parce que le taux admissible de 6,12 % anticipait exactement cette hausse. Avec des taxes à 4 725,21 $ ($4\,076{,}01 \times 1{,}03^5$), un chauffage à 2 649,79 $ ($2\,400 \times 1{,}02^5$) et un revenu de 152 182 $ ($134\,506{,}57 \times 1{,}025^5$), les charges d'habitation sont de 51 949,84 $ et le ratio ABD de 34,1 %, contre 33,0 % au taux du contrat à l'origine $((37\,849{,}94 + 4\,076{,}01 + 2\,400)/134\,506{,}57)$: le ménage reste sous 39 % avec une marge confortable. Le résultat montre la fonction du taux admissible minimal : il ne protège pas contre toute hausse (à +300 pb, le paiement de 4 010,94 $ dépasse de 4,7 % le paiement de qualification), mais il garantit que l'emprunteur a été qualifié sur un paiement qui absorbe une hausse de 200 pb, et la croissance nominale des revenus fait le reste.

Solution de l'exercice 45.6 — Terrain aux bornes de la fourchette du chapitre 25

Avec la dépréciation inchangée (87 461,05 + 7 605,31), l'indication par le coût vaut $V_L + 302\,500{,}97$: 542 500,97 $ à 240 000 $, 579 500,97 $ à 277 000 $, 587 500,97 $ à 285 000 $. La combinaison raisonnée $0{,}40 \times 575\,565 + 0{,}45 \times 637\,953 + 0{,}15 \times V_{\text{coût}}$ vaut 598 680 $, 604 230 $ et 605 430 $, soit une valeur la plus probable de 600 000 $, 605 000 $ et 605 000 $: un terrain de 37 000 $ de moins déplace la conclusion de 5 550 $, le poids de 0,15 amortissant l'effet. La fourchette conclue ne change pas à 285 000 $ (le coût reste entre la comparaison et le modèle) ; à 240 000 $, l'indication par le coût (542 501 $) passe sous la comparaison et devient la borne basse : la fourchette s'élargit à 540 000 $

à 640 000 $, à moins que l'évaluateur ne juge l'indication par le coût insuffisamment crédible pour encadrer la conclusion, ce qu'il devrait alors écrire. Si l'extraction était refaite avec un terrain plus bas, la dépréciation ne resterait pas inchangée : l'extraction mesure $P_{\text{rajusté}} - V_L$ pour chaque vente et le rapporte au coût neuf, de sorte qu'un terrain plus bas *augmente* la contribution observée des bâtiments et *réduit* le taux de dépréciation extrait ; les deux effets se compensent en partie, et le chapitre 20 a chiffré qu'une variation de ±15 % du terrain déplace l'indication par le coût de 537 951 $ à 621 051 $ lorsque l'extraction est recalculée, et la conclusion raisonnée d'environ ±6 200 $.

Solution de l'exercice 45.7 — Drain français défaillant : limite ou hypothèse extraordinaire

(a) Sous l'hypothèse « drain défaillant », la valeur est 605 000 − 9 000 = 596 000 $, soit une incidence de 1,5 %. Avant l'inspection, l'espérance de valeur est 0,8 × 605 000 + 0,2 × 596 000 = 603 200 $ avec une probabilité de 0,8 pour le drain sain, et 600 500 $ avec 0,5 (équation (10.5)) ; dans les deux cas, l'écart avec la valeur conclue est inférieur au pas d'arrondi de 5 000 $, ce qui montre que l'incertitude du drain, à ce coût, ne change pas la conclusion arrondie mais doit néanmoins être déclarée. (b) Pour un prix renégocié à 596 000 $, la mise de fonds minimale est 25 000 + 0,10 × 96 000 = 34 600 $, le prêt de base 561 400 $ (RPV 94,19 %), la prime de 4 % 22 456 $, le prêt total 583 856 $ et le paiement 3 109,30 $ par mois, soit 44,86 $ de moins qu'au prix de 605 000 $. (c) Le chapitre 10 recommande la limite déclarée parce qu'une hypothèse extraordinaire (« le drain est présumé fonctionnel ») reporterait sur le lecteur le risque d'une condition que l'évaluateur a lui-même observée (fissure, efflorescence, plancher gondolé) et qu'il peut chiffrer, alors que la limite, assortie d'une recommandation et d'une incidence, informe le prêteur et lui permet d'agir avant le déboursement. Mention type : « L'évaluateur a observé au mur de fondation nord-est une fissure de retrait avec efflorescence et un gondolement du plancher flottant ; le drain français n'a pas pu être vérifié. La valeur conclue suppose que le colmatage et la correction de la pente retenus dans les travaux curables (1 211,72 $) suffisent. L'évaluateur recommande une inspection du drain par caméra avant le déboursement ; si un remplacement complet s'avérait nécessaire, l'incidence sur la valeur serait de l'ordre de 9 000 $, soit environ 1,5 %. »

Chapitre 46 — Cas 2 : triplex à Québec

Solution de l'exercice 46.1 — Taxes déclarées ou recalculées

En conservant les taxes déclarées, les dépenses hors réserve passent de 16 182,01 $ à 16 182,01 $ + 462,32 $ + 98,75 $ = 16 743,08 $, les dépenses totales à 18 543,08 $ et le revenu net à 40 577,04 $ − 18 543,08 $ = 22 033,96 $, qui est exactement le revenu net du chapitre 32 (fonction `traite.cas2.rne` sur le tableau de dépenses d'origine). Au taux ajusté de 3,02 %, l'indication par capitalisation est 22 033,96 $ / 0,0302 = 729 549 $, contre 748 126 $ avec les taxes recalculées : l'écart de 18 577 $ est le quotient de l'écart de revenu net, 561,07 $, par le taux. L'ouvrage préfère le recalcul parce que c'est le montant

que l'acheteur paiera effectivement dès le prochain compte, parce qu'il est traçable jusqu'au règlement de taxation et au rôle, et parce qu'un compte déclaré par un vendeur n'est pas une pièce vérifiée. Le rapport doit présenter les deux montants, indiquer la règle retenue, énumérer les explications possibles de l'écart (taxes de secteur ou tarifs non captés par le taux général, exercice ou valeur au rôle différents, erreur) et signaler que l'effet sur la valeur pondérée, 25 % de 18 577 $ soit environ 4 600 $, est inférieur au pas d'arrondi.

Solution de l'exercice 46.2 — Calendrier et valeur de la reprise

Si l'acte est signé le 15 janvier 2027, l'acheteur ne devient locateur qu'à cette date et ne peut donner l'avis de reprise qu'après ; or l'avis doit être reçu au moins six mois avant la fin d'un bail de plus de six mois (art. 1960 C.c.Q.), soit au plus tard le 31 décembre 2026 pour le bail échéant le 30 juin 2027. Ce délai est manqué : le bail se reconduit au 1er juillet 2027 pour un an, et la reprise ne peut viser que le 30 juin 2028, avec un avis donné au plus tard le 31 décembre 2027, une réponse de la locataire dans le mois (le silence valant refus) et, en cas de refus, une demande au Tribunal dans le mois suivant, où l'acheteur devra prouver qu'il entend réellement habiter le logement. La prise de possession la plus hâtive est donc le 1er juillet 2028, sauf départ volontaire de la locataire ou entente. Pour la valeur actuelle espérée de l'écart, l'équation (46.1) donne, avec $\Delta_1 = 4\,458{,}12\,\$$, $g_\Delta = 4{,}59\,\%$ et $r = 6\,\%$: à $\rho = 9{,}4\,\%$, $4\,458{,}12\,\$ / (0{,}06 - 0{,}0459 + 0{,}094 \times 1{,}0459) = 39\,668{,}94\,\$$; à $\rho = 13\,\%$, 29 713,51 $ (valeur du chapitre) ; à $\rho = 20\,\%$, 19 968,98 $. Sans rotation, sur dix ans, l'écart vaut 39 567,72 $. Plus la rotation est faible, plus la locataire est susceptible de rester et plus l'écart actualisé que la reprise permet de réaliser est grand : à 9,4 %, la faculté de reprise ne vaut presque rien de plus qu'attendre, parce que l'espérance de l'écart sous rotation dépasse déjà sa valeur sur dix ans (le locataire qui reste au-delà de dix ans continue de produire l'écart) ; à 20 %, elle vaut 19 599 $ de plus. La faculté de reprise est donc une assurance contre la permanence d'un locataire à loyer bas, dont la valeur est de l'ordre d'un à deux pour cent du prix de l'immeuble à ces hypothèses.

Solution de l'exercice 46.3 — Cascade d'un comparable

Le prix par logement de Q0243 est de 341 000 $. Conditions du marché : la vente date de 1,28 mois ; $A_t = 341\,000\,\$\,[(1{,}0745)^{1{,}28/12} - 1] = 2\,627{,}30\,\$$, d'où une base ajustée du temps $P^t = 343\,627{,}30\,\$$. Superficie par logement : $247/3 = 82{,}3\ \mathrm{m}^2$ contre $87{,}3\ \mathrm{m}^2$ pour le sujet ; $A = P^t\,[e^{0{,}64439 \times (\ln 87{,}33 - \ln 82{,}33)} - 1] = 13\,305{,}91\,\$$. Âge : 96 ans contre 78 ; $A = P^t\,[e^{-0{,}00401 \times (78-96)} - 1] = 25\,698{,}98\,\$$. État : 3 contre 3, ajustement nul ; stationnement : une case de part et d'autre, nul. Loyer de marché : 1 370,33 $ contre 1 352 $; $A = P^t\,[e^{0{,}26247 \times (\ln 1370{,}33 - \ln 1352)} - 1] = 1\,216{,}95\,\$$. Loyer relatif : coefficient non significatif, non appliqué. Le prix ajusté est $341\,000\,\$ + 2\,627{,}30\,\$ + 13\,305{,}91\,\$ + 25\,698{,}98\,\$ + 0 + 0 + 1\,216{,}95\,\$ = 383\,849{,}14\,\$$ par logement. L'ajustement brut est la somme des valeurs absolues rapportée au prix, $42\,849{,}14\,\$ / 341\,000\,\$ = 12{,}6\,\%$, et l'ajustement net, tous les

ajustements étant positifs, lui est égal, +12,6 %. Q0243 reçoit le poids le plus élevé (0,285) parce que son ajustement brut est le plus faible des cinq : vendu cinq semaines avant la date d'évaluation, de même état et de même stationnement que le sujet, il n'exige qu'une correction d'âge et de superficie ; la règle de pondération inversement proportionnelle au brut, qui traite le brut comme un substitut de la variance de l'estimation, lui accorde logiquement le plus de confiance.

Solution de l'exercice 46.4 — Choix du taux de capitalisation

Sur le revenu net normalisé de 22 595,03 $: au premier quartile (2,76 %), 818 660 $ (+9,4 %) ; à la médiane des comparables (2,97 %), 760 775 $ (+1,7 %) ; au taux ajusté (3,02 %), 748 126 $ (retenu) ; à la médiane des 127 ventes (3,17 %), 712 777 $ (−4,7 %) ; au troisième quartile (3,615 %), 625 035 $ (−16,5 %). L'intervalle interquartile des taux déplace la valeur de 26 % : la précision de la méthode est bornée par celle du taux. Avec le ratio de dépenses médian des ventes, 35,7 %, le revenu net devient $40\,577{,}04\,\$ \times (1 - 0{,}357) = 26\,091{,}04\,\$$ et la capitalisation à 3,02 % donne 863 880 $, à 15 % de l'indication par comparaison au lieu de 27 % ; le taux implicite de la comparaison calculé sur ce revenu net est de 2,56 %, et l'écart avec le taux ajusté tombe de 81 à 46 points de base. Plus de la moitié de l'écart entre les deux méthodes vient donc de la structure de dépenses, non du taux. La leçon est celle de la convention de cohérence : un taux extrait de fiches de courtage, dont les revenus nets ne comptent ni gestion ni réserve et sous-estiment souvent les coûts fixes, ne doit être appliqué qu'à un revenu net défini de la même façon, ou alors il faut corriger le taux ; appliquer un taux « léger » à un revenu net « lourd » pénalise systématiquement le sujet.

Solution de l'exercice 46.5 — Financement au prix de la promesse d'achat

Au prix de 895 000 $, la mise de fonds minimale est $0{,}05 \times 500\,000\,\$ + 0{,}10 \times 395\,000\,\$ = 64\,500\,\$$ (7,2 %) et le prêt de 830 500 $ (ratio prêt-valeur 92,8 %). Au taux de 4,12 % composé semestriellement, $i_m = 0{,}340\,6\,\%$ et le versement sur 300 mois est de 4 422,79 $, soit 53 073,50 $ par année ; au taux admissible minimal de 6,12 %, le versement de référence est de 5 372,98 $. Les droits de mutation sont $314{,}50 + 2\,521 + 2\,775 + 6\,250 + 0{,}03 \times (895\,000 - 750\,000) = 16\,210{,}50\,\$$ et les liquidités à la signature de $64\,500\,\$ + 16\,210{,}50\,\$ = 80\,710{,}50\,\$$. Le coût net d'occupation du rez-de-chaussée est $53\,073{,}50\,\$ + 16\,358{,}93\,\$ + 0{,}0358 \times 64\,500\,\$ - 28\,389{,}96\,\$ = 43\,351{,}57\,\$$ par année, soit 3 612,63 $ par mois ; le capital remboursé en moyenne sur cinq ans est de 21 202,71 $ par année, d'où un coût économique hors capital de 1 845,74 $ par mois, contre 1 925,15 $ au prix de 920 000 $: vingt-cinq mille dollars de prix en moins réduisent le coût économique d'environ 79 $ par mois. Si le couple reprend le deuxième étage, il perd 141 $ de loyer contractuel par mois (1 188 $ − 1 047 $), soit 136,77 $ nets de la provision ; son coût net passe à 3 749,40 $ et son coût hors capital à 1 982,51 $ par mois. La reprise du logement le plus sous-loué reste la décision rationnelle, sous réserve des conditions des articles 1957, 1958 et 1959.1 C.c.Q. et du délai d'avis.

Solution de l'exercice 46.6 — Pondération, fourchette et rédaction

Les cinq pondérations du tableau 46.15 donnent : 40/35/25, 918 017 $; 45/30/25, 922 915 $; égale, 896 963 $; 60/40/0, 981 178 $; 20/20/60, 837 428 $. La pondération à l'inverse de la variance, avec des écarts-types de 47 848 $, 92 240 $ (10 % de 922 396 $) et 112 219 $ (15 % de 748 126 $), donne des poids proportionnels à $1/\sigma^2$, soit 0,689, 0,185 et 0,125, et une valeur de 968 084 $: elle favorise fortement la comparaison parce que c'est la seule indication dont l'incertitude a été mesurée plutôt que posée, et elle illustre que les écarts-types « déclarés » du multiplicateur et de la capitalisation gouvernent le résultat autant que les indications elles-mêmes. Un paragraphe de réconciliation acceptable dirait, en substance : les trois indications, de 748 000 $ à 1 020 000 $, décrivent le même immeuble sous trois lectures de l'acheteur ; l'acheteur probable d'un triplex de Limoilou est un occupant qui raisonne en prix par logement et en coût d'occupation, ce que la grille de comparaison mesure directement et que le multiplicateur approche sans hypothèse sur les dépenses ; la capitalisation, qui suppose un acheteur raisonnant sur le revenu net normalisé, borne la valeur par le bas et reçoit un poids de contrôle ; la pondération 40/35/25 donne 918 017 $, arrondie à 920 000 $, dans une fourchette de 870 000 $ à 970 000 $ construite sur l'erreur-type de la méthode principale. La fourchette conclue diffère de l'étendue des indications (748 000 $ à 1 020 000 $) parce qu'elle mesure l'incertitude statistique de la méthode retenue et non le désaccord entre méthodes, qui est un désaccord de conception et non de mesure ; présenter l'étendue des indications comme fourchette reviendrait à dire que l'évaluateur n'a pas choisi.

Solution de l'exercice 46.7 — Méthode du coût et valeur du terrain

Avec un coût neuf de 612 983 $ et une dépréciation de 68,3 %, la contribution du bâtiment est de 194 111 $; pour que l'indication par le coût atteigne 920 000 $, le terrain devrait valoir $920\,000\,\$ - 194\,111\,\$ = 725\,889\,\$$, soit 2 342 $ le mètre carré, plus de deux fois et demie l'hypothèse du dossier. À terrain de 279 000 $, il faudrait une contribution du bâtiment de 641 000 $, supérieure au coût neuf : le taux de dépréciation devrait être de −4,6 %, ce qui est impossible. La dépréciation extraite du marché, $D = C_N - (P - V_L)$, est donc de −28 017 $ (−4,6 %) pour un terrain à 900 $ le mètre carré et de $612\,983\,\$ - (920\,000\,\$ - 341\,000\,\$) = 33\,983\,\$$, soit 5,5 % ou 0,07 % par année d'âge, pour un terrain à 1 100 $ le mètre carré ; les deux résultats sont incompatibles avec un bâtiment de 78 ans et disent que l'hypothèse de terrain est beaucoup trop basse. La discussion attendue porte sur trois points. D'abord, dans un quartier central où l'on ne construit plus de plex et où le zonage protège la densité existante, le prix d'un triplex est pour l'essentiel un prix de localisation : le droit de disposer de trois logements à cet endroit vaut davantage que le coût de les reconstruire, et cette valeur se loge dans le terrain, que la méthode du coût ne sait estimer qu'à partir de ventes de terrains comparables, inexistantes ici. Ensuite, la dépréciation âge-vie d'un bâtiment bien entretenu de 1948 est mal connue, et dix points de dépréciation valent 61 000 $, plus que la différence entre deux pondérations raisonnables. Enfin, la méthode redeviendrait pertinente si le bâtiment était récent, si des ventes de terrains ou des ratios terrain/bâtiment locaux fiables existaient, ou

si le marché des plex se figeait au point que le coût de remplacement redevienne la référence des acheteurs, ce qui n'est pas le cas à Québec en 2026 ; d'ici là, elle sert de contrôle de cohérence et son rejet, motivé, est inscrit au rapport (règle 2.3, élément 10).

Chapitre 47 — Cas 3 : immeuble de 12 logements à Montréal

Solution de l'exercice 47.1 — Vacance économique de 5 %

Le revenu brut effectif devient $RBE = 165\,540\,\$ \times (1 - 0{,}05) + 9\,360\,\$ = 166\,623{,}00\,\$$, en baisse de 1 820,94 $. La gestion imputée, à 4 % du revenu brut effectif, diminue de 72,84 $, de sorte que les dépenses hors réserve passent de 70 385,19 $ à 70 312,35 $; la réserve reste à 8 103 $. Le revenu net normalisé est $RNE_1 = 166\,623{,}00\,\$ - 70\,312{,}35\,\$ - 8\,103{,}00\,\$ = 88\,207{,}65\,\$$, soit 1 748,10 $ de moins que dans le dossier (la baisse du revenu est partiellement compensée par la baisse de la gestion). Capitalisé à 4,415 %, il donne $88\,207{,}65\,\$ / 0{,}044\,15 = 1\,997\,908{,}27\,\$$: la valeur diminue de 39 594,62 $, soit 1,9 %. On retient qu'un point d'inoccupation vaut, pour cet immeuble, environ 36 000 $ de valeur, et que la sensibilité à la vacance est modérée parce que la provision ne s'applique qu'aux loyers et non aux autres revenus.

Solution de l'exercice 47.2 — Taxes municipales indexées plutôt que recalculées

Le compte 2025 indexé de 5,3 % donne $10\,631\,\$ \times 1{,}053 = 11\,194{,}44\,\$$, contre 10 188,20 $ par recalcul au taux général sur la valeur au rôle : l'écart est de 1 006,24 $ de dépenses supplémentaires. Le revenu net passe de 89 955,75 $ à 88 949,51 $ et l'indication par capitalisation directe à $88\,949{,}51\,\$ / 0{,}044\,15 = 2\,014\,711{,}42\,\$$, soit 22 791,46 $ de moins (1,1 %). L'évaluateur doit signaler ce choix parce que les deux méthodes de normalisation reposent sur des informations incomplètes : le recalcul applique le seul taux général et ignore la taxe d'arrondissement et un éventuel taux propre aux immeubles de six logements et plus, tandis que l'indexation suppose que la hausse moyenne annoncée pour l'arrondissement s'applique à l'immeuble. La règle 2.3 des Normes exige que l'étendue du travail et les réserves soient décrites ; l'écart de 1 006 $ sur les dépenses, qui se traduit par 22 791 $ de valeur, est précisément le type d'incertitude qu'un lecteur du rapport doit pouvoir mesurer. La bonne pratique est d'obtenir le compte de taxes 2026 réel et le document officiel des taux avant la remise du rapport.

Solution de l'exercice 47.3 — Choix du taux de capitalisation

Avec $RNE_1 = 89\,955{,}75\,\$$: au premier quartile (4,152 5 %), $V = 2\,166\,303{,}49\,\$$ (+6,3 % par rapport à la médiane) ; au troisième quartile (4,637 5 %), $V = 1\,939\,746{,}68\,\$$ (−4,8 %) ; au taux prédit par la régression pour un immeuble d'état 3 de douze logements, soit la constante 4,567 %, $V = 1\,969\,693{,}82\,\$$ (−3,3 %) ; au taux moyen pondéré par le revenu net (4,332 %), $V = 2\,076\,580{,}69\,\$$ (+1,9 %). La fourchette interquartile mesure la dispersion

des comparables et constitue une borne d'incertitude raisonnable de la méthode. Le taux de régression est pertinent parce qu'il corrige la taille, mais il repose sur une pente estimée imprécisément et sur une constante qui, par construction, s'approche de la moyenne de l'échantillon pour un immeuble moyen ; il suggère néanmoins qu'un douze logements se vend à un taux légèrement supérieur à la médiane de l'ensemble, ce qui plaide pour la prudence. La moyenne pondérée par le revenu net donne un poids excessif aux grands immeubles du Plateau et d'Ahuntsic, dont le taux est plus bas et le profil différent du sujet : elle est la statistique la moins pertinente ici. La médiane reste le meilleur compromis, la réconciliation finale (taux implicite 4,37 %) se situant d'ailleurs entre la médiane et la moyenne pondérée.

Solution de l'exercice 47.4 — Rotation des locataires

Avec une rotation de 10 % (un logement relocalisé par an), la valeur DCF est de 2 140 916,43 $, soit 67 649,48 $ de moins que la base (−3,1 %) ; le revenu net de l'année 11 est de 156 352,52 $ et le revenu brut potentiel de l'année 10 de 247 211,89 $. Avec une rotation de 25 % (trois logements par an), la valeur est de 2 231 654,72 $, soit 23 088,81 $ de plus (+1,0 %) ; le revenu net de l'année 11 atteint 160 590,16 $ et le revenu brut de l'année 10 251 977,55 $. L'asymétrie vient de ce que le rattrapage est borné par le marché : à 15 %, l'écart de 11 % est déjà résorbé vers la cinquième année et le revenu brut de l'année 10 atteint 99 % du marché ; accélérer la rotation ne peut gagner que quelques années d'écart sur les premiers exercices, alors que la ralentir repousse le rattrapage au-delà de l'horizon et ampute durablement le revenu, y compris celui de l'année 11 qui fonde la valeur terminale. Ces montants sont exactement les bornes de la barre « rotation annuelle » de la tornade (quantiles 10 et 90 de la loi triangulaire, soit 11,45 % et 20,88 %, qui donnent 2 140 916 $ et 2 231 655 $ parce que l'arrondi à l'entier du nombre de logements relocalisés ramène ces taux à un et trois logements respectivement) ; l'amplitude de 90 738 $ place la rotation au dernier rang des sources d'incertitude.

Solution de l'exercice 47.5 — Hausse du taux hypothécaire de 100 points de base

À 5,12 % composé semestriellement, le taux mensuel équivalent est $(1+0{,}025\,6)^{1/6}-1 = 0{,}004\,220\,7$ et la constante hypothécaire sur 480 mois $f = 5{,}839\,1\,\%$. Le prêt maximal selon le ratio prêt-valeur de 75 % sur 2 060 000 $ est 1 545 000 $; selon la couverture de 1,20, $89\,955{,}75\,\$/(1{,}20\times 0{,}058\,391) = 1\,283\,814{,}77\,\$$. La contrainte liante demeure la couverture ; le prêt est de 1 283 814,77 $, le ratio prêt-valeur effectif de 62,3 %, le service de la dette inchangé à 74 963,13 $ (il est fixé par le revenu net et le ratio de couverture, non par le taux) et la mise de fonds de 776 185,23 $. Par rapport au cas de base à la valeur finale (prêt de 1 475 959,45 $), le prêt diminue de 192 144,68 $, soit 13,0 % : une hausse de 100 points de base du taux réduit la capacité d'emprunt d'un immeuble contraint par la couverture dans la même proportion que la constante hypothécaire augmente ($0{,}050\,789/0{,}058\,391 - 1 = -13{,}0\,\%$). La mise de fonds requise augmente de 192 145 $, ce qui, à rendement exigé constant, se répercute sur le prix que les acheteurs

endettés peuvent offrir : c'est le canal par lequel les taux d'intérêt agissent sur les taux de capitalisation.

Solution de l'exercice 47.6 — Variante APH Select

À la valeur finale de 2 060 000 $, le prêt maximal selon le ratio prêt-valeur de 85 % est 1 751 000 $; selon la couverture de 1,10 à 4,12 % sur 480 mois, 89 955,75 $/(1,10 × 0,050 789) = 1 610 137,58 $. La couverture est liante ; le prêt est de 1 610 137,58 $, soit 78,2 % de la valeur, la mise de fonds de 449 862,42 $ (contre 584 040,55 $ au financement conventionnel, un gain de 134 178 $). La prime d'assurance est de 4,35 % pour un ratio prêt-valeur entre 75 et 80 %, majorée de 0,25 % par tranche de cinq ans d'amortissement au-delà de vingt-cinq ans, soit 3 × 0,25 % = 0,75 % pour quarante ans : 5,10 % du prêt, soit 82 117,02 $, normalement capitalisée au prêt. Le service de la dette est de 81 777,96 $ et le flux après dette de la première année de 89 955,75 $ − 81 777,96 $ = 8 177,79 $, soit un rendement courant de 1,8 % sur la mise de fonds. Quant à la compatibilité : l'obtention de 50 points par le volet abordabilité exige, pour un immeuble existant, qu'une part des logements (par exemple 40 %) demeure à un loyer inférieur ou égal à 30 % du revenu médian des locataires pendant dix ans. Or la valeur DCF du dossier repose sur le rattrapage des loyers au marché par la rotation, et la valeur finale en retient une partie. Un engagement d'abordabilité fige une fraction du revenu sous le marché : la valeur de l'immeuble *sous cet engagement* est une valeur d'investissement, propre au propriétaire qui l'accepte en contrepartie d'un financement avantageux, et non la valeur marchande du dossier. Le prêteur qui finance sur la base d'APH Select devrait soit demander une évaluation sous l'hypothèse (extraordinaire, à déclarer) de l'engagement d'abordabilité, soit s'assurer que la couverture de 1,10 est calculée sur le revenu contraint ; dans le dossier, le revenu de première année est déjà celui des baux en place, de sorte que le prêt de 1 610 138 $ est soutenable à court terme, mais la croissance du revenu qui justifie le prix le serait moins. La valeur marchande n'est donc pas la bonne base pour mesurer le risque de ce prêt à long terme ; il faut une projection conforme à l'engagement.

Solution de l'exercice 47.7 — Simulation dans un marché détendu

Avec une inoccupation log-normale de médiane 6 % (écart-type logarithmique 0,30), les autres lois inchangées, 10 000 tirages et la graine `20261031`, la valeur simulée a une médiane de 2 108 707 $ (contre 2 191 608 $ dans le dossier, −3,8 %) et un intervalle 5–95 % de 1 654 991 $ à 2 785 424 $. Le ratio de couverture de la première année du prêt de 1 475 959 $ a une médiane de 1,156 ; la probabilité qu'il soit inférieur à 1,20 est de 92,6 % et celle qu'il soit inférieur à 1,00 de 0,38 % (38 tirages). Le prêt dimensionné sur une inoccupation de 3,9 % est donc en bris de covenant dans l'immense majorité des scénarios d'un marché détendu, bien que le défaut de paiement reste rare. Pour ramener la probabilité de bris sous 10 %, il faut que le service de la dette SD' satisfasse $P(RNE_1/SD' < 1{,}20) = 0{,}10$, c'est-à-dire $SD' = q_{0{,}10}(RNE_1)/1{,}20$ où $q_{0{,}10}(RNE_1) =$

82 228 $ est le quantile 10 % du revenu net simulé ; $SD' = 68\,523$ $, soit un prêt de $68\,523\,\$ / 0{,}050\,789 = 1\,349\,000\,\$$ environ et un ratio de couverture *sur le revenu de base* de $89\,955{,}75\,\$ / 68\,523\,\$ = 1{,}31$. Le prêteur devrait donc exiger un ratio de couverture d'environ 1,31 (la vérification par simulation donne 14,2 % de bris à 1,30 et 3,8 % à 1,35), contre 1,24 dans la loi de base du dossier : le covenant qui protège le prêteur dépend entièrement de la loi de l'inoccupation, ce qui justifie que celle-ci soit déclarée et discutée dans le rapport de consultation.

Chapitre 48 — Cas 4 : portefeuille multirésidentiel interrégional

Solution de l'exercice 48.1 — Sommaire d'une région

Les sept immeubles de Sherbrooke (P05, P18, P23, P31, P32, P35, P48) totalisent 132 logements, une valeur de 18 132 000 $, un revenu net de 1 040 704 $ et une dette de 10 177 000 $. Le taux pondéré est $\bar{R} = 1\,040\,704\,\$ / 18\,132\,000\,\$ = 5{,}740\,\%$; la valeur par logement est $18\,132\,000\,\$ / 132 = 137\,364\,\$$ et le ratio prêt-valeur $10\,177\,000\,\$ / 18\,132\,000\,\$ = 56{,}1\,\%$. La moyenne simple des sept taux (5,52 ; 6,01 ; 5,71 ; 5,34 ; 5,64 ; 5,72 ; 5,73 %) est 5,667 % et leur médiane 5,71 %. Capitaliser le revenu net régional à la moyenne simple donnerait $1\,040\,704\,\$ / 0{,}056\,67 = 18\,363\,822\,\$$, soit 1,28 % de plus que la valeur agrégée. L'écart vient de ce que la moyenne simple donne le même poids au six logements P31 (taux 5,34 %, valeur 666 000 $) et au trente-six logements P18 (taux 6,01 %, valeur 4 968 000 $) : P18, qui pèse 27 % de la valeur régionale, porte le taux le plus élevé, tandis que les petits immeubles P05 et P31, aux taux les plus bas, tirent la moyenne simple vers le bas ; le taux pondéré est donc plus élevé que la moyenne simple et la valeur agrégée plus basse. Le taux pondéré est la seule statistique qui reproduise l'identité valeur agrégée = RNE agrégé / taux (équation (48.1)) ; la moyenne simple et la médiane décrivent la distribution des immeubles, non celle de la valeur.

Solution de l'exercice 48.2 — Un immeuble hors portefeuille

Le vecteur de caractéristiques centrées est $(1;\ 0;\ \ln(24/12) = 0{,}693;\ 1;\ 0;\ (45-50)/10 = -0{,}5;$ Trois-Rivières $= 1)$. Le logarithme du taux prédit est $-3{,}0783 + (-0{,}0315)(0{,}693) + 0{,}0756 + (-0{,}0070)(-0{,}5) + 0{,}3377 = -2{,}6834$, d'où $\exp(-2{,}6834) = 0{,}068\,33$ et, avec le facteur de Duan 1,001 1, un taux prédit de 6,841 %. La valeur prédite est $150\,000\,\$ / 0{,}068\,41 = 2\,192\,675\,\$$, soit 91 361 $ par logement. Hors zone inondable, le terme 0,0756 disparaît : taux 6,343 % et valeur 2 364 969 $. L'effet de la zone inondable est de +49,8 points de base et de $2\,192\,675\,\$ / 2\,364\,969\,\$ - 1 = -7{,}29\,\%$ de la valeur ; on vérifie que $e^{-0{,}0756} - 1 = -7{,}29\,\%$, conformément à l'équation (48.9), l'effet proportionnel sur la valeur ne dépendant pas du niveau du taux. Le même immeuble à Montréal, hors zone inondable, aurait un taux de 4,525 % et une valeur de 3 314 944 $, supérieure de 40 % à celle de Trois-Rivières : l'effet de région (+34 % du taux) domine de loin l'effet de la zone inondable (+8 %). L'évaluateur rappellera que ces coefficients sont des propriétés du jeu synthétique estimées sur trois immeubles inondables, et que la décision d'achat

exige une lecture de la cartographie en vigueur et une analyse de l'assurabilité.

Solution de l'exercice 48.3 — La dette de P45

Le taux mensuel équivalent à 5,17 % composé semestriellement est $(1 + 0{,}02585)^{1/6} - 1 = 0{,}004\,262\,6$. Sur 480 mois, le paiement mensuel est $5\,416\,000\,\$ \times 0{,}0042626/(1 - 1{,}0042626^{-480})$, soit 26 530 $ par mois et un service annuel de 318 363 $ et un ratio de couverture de $366\,800\,\$/318\,363\,\$ = 1{,}152$. Sur 300 mois, le service annuel est de 384 311 $ et le ratio de 0,954 : l'immeuble ne couvrirait pas sa dette sous un amortissement conventionnel de vingt-cinq ans, ce qui est le résultat noté au chapitre 33 et la raison pour laquelle le dossier retient 480 mois en le déclarant. Après 24 paiements, le solde est $5\,416\,000\,\$ \times (1{,}0042626^{480} - 1{,}0042626^{24})/(1{,}0042626^{480} - 1) = 5\,329\,169\,\$$. Renouvelé à 7,17 % sur 456 mois, ce solde exige 404 324 $ par an et le ratio de couverture tombe à 0,907. La capacité de refinancement est le plus petit de $0{,}75 \times 7\,186\,000\,\$ = 5\,389\,500\,\$$ et de $366\,800\,\$/(1{,}20 \times f')$ où f' est la constante hypothécaire à 7,17 % sur 456 mois (7,587 %), soit 4 028 826 $; la couverture est liante et l'injection requise est $5\,329\,169\,\$ - 4\,028\,826\,\$ = 1\,300\,342\,\$$. Sur la valeur par régression du chapitre 33 (6 716 534 $), le ratio prêt-valeur actuel est de 80,6 % au lieu de 75,4 % et la capacité selon le ratio prêt-valeur de 5 037 401 $; cela ne change pas l'injection, puisque la couverture reste liante, mais un prêteur qui fonderait son covenant sur une valeur de 6,7 $ millions plutôt que de 7,2 $ millions jugerait l'immeuble déjà hors covenant aujourd'hui. Le choix de la base de valeur du covenant est donc une question d'évaluation autant que de crédit, et c'est l'évaluation individuelle de P45, non le modèle de portefeuille, qui doit la trancher.

Solution de l'exercice 48.4 — Ratios de l'IAAO sur un sous-ensemble

Pour les dix-sept immeubles montréalais, les ratios valeur prédite / indication ont une médiane de 1,007 et un ratio pondéré (somme des prédites sur somme des indications) de 0,985 ; le COD est de 4,37, le PRD de 1,016 et le PRB de −0,015 avec une erreur-type de 0,012. Par rapport au portefeuille (médiane 1,002, COD 3,83, PRD 1,005, PRB 0,001), le sous-ensemble montréalais est un peu plus dispersé et légèrement régressif : le PRD supérieur à 1 et le PRB négatif indiquent que les grands immeubles (P09, P26) sont évalués au-dessus du modèle et les petits (P06, P15, P38) au-dessous, mais le PRB n'est pas statistiquement différent de zéro ($t = -1{,}3$) et le PRD reste dans la plage de 0,98 à 1,03 de l'IAAO. Le COD de 4,4 est inférieur à la borne basse de 5,0 du Standard on Ratio Studies, qui signale habituellement une poursuite des ventes ; ici, il mesure l'écart entre un modèle et les données qui ont servi à l'estimer, dont dix-sept des quarante-huit observations sont montréalaises, et une faible dispersion en échantillon d'estimation est attendue ; dans une étude de ratio sur ventes indépendantes, le même chiffre serait suspect. Un PRB de −0,015 signifie que le ratio diminue de 1,5 % chaque fois que la valeur double ; avec une erreur-type de 0,012, l'intervalle à 95 % va de −0,038 à +0,008 et contient zéro : aucune iniquité verticale n'est démontrée, et le Standard n'exigerait une action que si l'intervalle sortait de ±0,10.

Solution de l'exercice 48.5 — Croissance d'un immeuble et croissance de sa région

La régression du logarithme du revenu trimestriel de P36 sur le temps donne une croissance tendancielle de 2,01 % par an et une volatilité annualisée de 3,29 % ; la croissance agrégée de la région de Québec est de 2,67 %. Le choc pandémique de la région, mesuré par l'écart moyen du logarithme de l'agrégat à sa tendance entre 2020T2 et 2021T2 (équation (48.8)), est de −1,55 %, contre −2,53 % pour le portefeuille et −3 % dans la loi de génération ; la différence tient au bruit propre des six immeubles de la région. Le rendement total attendu de P36 est $R + g = 6{,}14\,\% + 2{,}01\,\% = 8{,}15\,\%$ avec la croissance propre, et 8,81 % avec la croissance régionale. La croissance propre d'un immeuble estimée sur dix ans a une erreur-type de l'ordre d'un demi-point à un point dans ce jeu (la dispersion intrarégionale des croissances va de 1,24 % à 3,63 % à Québec, pour une tendance commune) : l'écart de 0,66 point entre P36 et sa région n'est pas significatif, et un analyste prudent retiendra la croissance régionale, ou une moyenne des deux, en se souvenant de l'avertissement de Geltner (1993) sur les tendances apparentes des séries bruitées. La différence importe particulièrement pour un immeuble en zone inondable : si la croissance propre plus faible reflétait une difficulté réelle de relocation ou des coûts d'assurance croissants, le rendement total serait durablement inférieur et le taux de 6,14 %, déjà majoré par le modèle de 45 points de base pour la zone, ne compenserait pas ; si elle n'est que du bruit, l'immeuble est un actif de rendement courant élevé dans la région dont la croissance démographique projetée est la plus forte des six. L'allocation doit donc être accompagnée d'une analyse individuelle de P36, non d'un score.

Solution de l'exercice 48.6 — Un choc de taux généralisé

Avec une corrélation du choc de taux de 0,90 entre régions et de 0,95 dans une région, l'intervalle à 90 % de la valeur du portefeuille s'élargit de 131 200 853 $ à 156 508 072 $ (contre 133 506 790 $ à 154 224 548 $ dans le régime déclaré), le coefficient de variation passe de 4,37 % à 5,39 %, la VaR à 95 % de 9 856 210 $ à 12 162 147 $ et le ratio de diversification de 0,690 à 0,854. La probabilité que le ratio prêt-valeur dépasse 75 % reste nulle sur dix mille tirages, parce qu'il faudrait une baisse de valeur de 20 % et que l'écart-type du portefeuille n'est que de 5,4 %. Le ratio se rapproche de 1 sans l'atteindre pour deux raisons : la corrélation du choc de *revenu* est restée à 0,17, et le choc de revenu représente encore environ le quart de la variance individuelle, de sorte qu'une part du risque propre continue d'être diversifiée ; et la corrélation du choc de taux, même à 0,90, laisse 10 % de variance propre à chaque immeuble. Sous corrélation parfaite des deux chocs, le ratio serait de 0,999 (tableau 48.13). L'exercice montre que le résultat central de la section 48.7, à savoir que la diversification géographique protège peu contre le risque de taux, est robuste : passer de 0,50 à 0,90 de corrélation du taux accroît la VaR du portefeuille de 23 %, ce qui est l'ordre de grandeur de l'incertitude sur cette hypothèse déclarée, et le rapport doit présenter les deux chiffres.

Solution de l'exercice 48.7 — Céder les immeubles en zone inondable

Les trois immeubles (P36, P41, P43) valent 9 546 000 $ et portent une dette de 5 404 000 $; leur revenu net est de 566 928 $, soit un taux pondéré de 5,94 %. Le produit net de cession est 9 546 000 $ × 0,98 − 5 404 000 $ = 3 951 080 $. Le portefeuille restant (45 immeubles) vaut 133 817 000 $, dégage un revenu net de 6 880 102 $ et un taux pondéré de 5,14 % (au lieu de 5,19 %, parce que les immeubles cédés portaient des taux élevés), avec un ratio prêt-valeur de 60,1 % (au lieu de 59,8 %, parce que leur endettement était inférieur à la moyenne) et un ratio de couverture agrégé de 1,587 (au lieu de 1,613). Par simulation, le coefficient de variation passe de 4,37 % à 4,30 %, la VaR à 95 % de 9 856 210 $ à 9 058 169 $ (en proportion de la valeur, de 6,9 % à 6,8 %) et le ratio de diversification de 0,690 à 0,694. La cession réduit donc à peine le risque relatif mesuré par la simulation : celle-ci ne capte que la volatilité du revenu et l'incertitude du taux, qui ne sont pas plus grandes pour ces trois immeubles que pour les autres, et la part de la zone inondable (6,7 %) est trop petite pour changer la dépendance d'ensemble. Ce que la simulation ne capte pas, c'est le risque d'événement : un sinistre d'inondation, la restriction du droit de reconstruire dans le littoral ou en zone de classe très élevée (Québec 2026d, art. 83), la hausse ou le retrait de l'assurance, et le durcissement de la cartographie de nouvelle génération ; ces risques, asymétriques et rares, ne figurent dans la valeur marchande que par la majoration du taux que le marché exige déjà (45 points de base pour P36, selon le modèle) et ne figurent pas du tout dans la volatilité historique. La valeur marchande des trois immeubles est celle que le marché paie aujourd'hui en tenant compte de ce qu'il sait du risque ; la décision de les céder relève de la valeur d'investissement du fonds, c'est-à-dire de son aversion pour un risque d'événement que la diversification ne réduit pas, de sa tolérance à la perte de revenu net courant (566 928 $, soit 7,6 % du revenu, pour 6,7 % de la valeur) et de l'emploi qu'il ferait du produit net de 3,95 $ millions. Le rapport de consultation doit dire que la simulation ne tranche pas cette question et pourquoi.

Bibliographie

Abadie, A., A. Diamond et J. Hainmueller (2010). « Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies : Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program ». In : *Journal of the American Statistical Association* 105.490, p. 493-505. doi : 10.1198/jasa.2009.ap08746.

Achour, D. (1992). *Évaluation immobilière : principes, concepts et pratiques*. 324 p. ; notice Google Livres et plan de cours HEC Montréal (30-225-04). Sillery (Québec) : Fischer Presses.

Agence du revenu du Canada (2025). *Calculatrice de la TPS/TVH (et table des taux de TPS/TVH et de TVP par province)*. Page modifiée le 2025-04-01 ; Québec : TPS 5 %, TVP (TVQ) 9,975 %. url : https://www.canada.ca/fr/agence-revenu/services/impot/entreprises/sujets/tps-tvh-entreprises/facturer-percevoir-quel-taux/calculatrice.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026). *RC4028 — Remboursement de la TPS/TVH pour habitations neuves*. Révision 10/2026 ; consulté le 31 octobre 2026 ; seuil de 450 000 $ pour la maison construite par le propriétaire et remboursement pour les acheteurs d'une première habitation (travaux commencés à compter du 20 mars 2025 ; 1 M$ / 1,5 M$) lus sur la page ; autres paramètres (36 %, 6 300 $, 350 000 $) non vérifiés mot à mot. Agence du revenu du Canada. url : https://www.canada.ca/fr/agence-revenu/services/formulaires-publications/publications/rc4028/remboursement-tps-tvh-habitations-neuves.html (consulté le 31 oct. 2026).

Albouy, D., G. Ehrlich et M. Shin (2018). « Metropolitan Land Values ». In : *Review of Economics and Statistics* 100.3, p. 454-466. doi : 10.1162/rest_a_00710.

Alonso, W. (1964). *Location and Land Use : Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge (Mass.) : Harvard University Press. doi : 10.4159/harvard.9780674730854.

Altus Group (2026a). *Canadian Cost Guide*. Édition annuelle. Altus Group. Toronto.

— (2026b). *Caution in 2026, optimistic for 2027 : Cost Guide insights*. Commentaire public accompagnant le Canadian Cost Guide 2026 (23 avril 2026) ; Montréal : coûts en hausse de 4 % ou plus en 2025. Altus Group. url : https://www.altusgroup.com/insights/caution-in-2026-optimistic-for-2027-cost-guide-insights/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Montreal commercial real estate market update — Q2 2026*. Multirésidentiel : 2,9 G$ investis au premier semestre 2026 (+30 %). Altus Group. url : https://www.altusgroup.com/insights/montreal-commercial-real-estate-market-update-Q2-2026/ (consulté le 31 oct. 2026).

Angrist, J. D. et J.-S. Pischke (2009). *Mostly Harmless Econometrics : An Empiricist's Companion*. Princeton : Princeton University Press. doi : 10.1515/9781400829828.

Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Studies in Operational Regional Science. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers. doi : 10.1007/978-94-015-7799-1.

Appraisal Institute (2022). *The Dictionary of Real Estate Appraisal*. 7e éd. Une 8e édition est parue en 2026 avec la 16e édition de *The Appraisal of Real Estate*. Chicago : Appraisal Institute. url :

https://appraisalinstitute.org/insights-and-resources/resources/books/the-dictionary-of-real-estate-appraisal-7th-edition (consulté le 31 oct. 2026).

Appraisal Institute (2026). *The Appraisal of Real Estate*. 16e éd. 16e édition, 681 p. Chicago : Appraisal Institute.

Appraisal Institute of Canada (2024). *Canadian Uniform Standards of Professional Appraisal Practice (CUSPAP)*. En vigueur le 1er janvier 2024 ; remplacé par CUSPAP 2026 le 1er avril 2026. AIC. Ottawa. URL : https://aicanada.ca/wp-content/uploads/CUSPAP-2024.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026). *Canadian Uniform Standards of Professional Appraisal Practice (CUSPAP)*. En vigueur le 1er avril 2026. AIC. Ottawa. URL : https://www.aicanada.ca/wp-content/uploads/2026-CUSPAP.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Appraisal Standards Board (2024). *Uniform Standards of Professional Appraisal Practice (USPAP)*. Édition 2024, en vigueur le 1er janvier 2024, sans date d'expiration (vérification partielle : site de The Appraisal Foundation inaccessible le 2026-10-31). The Appraisal Foundation. Washington, D.C. URL : https://www.appraisalfoundation.org/ (consulté le 31 oct. 2026).

Arnott, R. (1995). « Time for Revisionism on Rent Control ? » In : *Journal of Economic Perspectives* 9.1, p. 99-120. DOI : 10.1257/jep.9.1.99.

Artzner, P., F. Delbaen, J.-M. Eber et D. Heath (1999). « Coherent Measures of Risk ». In : *Mathematical Finance* 9.3. Axiomes des mesures de risque cohérentes ; non sous-additivité de la VaR ; métadonnées vérifiées via Crossref, p. 203-228. DOI : 10.1111/1467-9965.00068. (Consulté le 31 oct. 2026).

Assemblée nationale du Québec (2023). *Projet de loi no 16 — Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions*. 43e législature, 1re session ; présenté le 21 mars 2023 par la ministre des Affaires municipales ; adopté et sanctionné le 1er juin 2023 (LQ 2023, c. 12) ; en vigueur le jour de la sanction sauf exceptions ; page consultée le 31 octobre 2026. URL : https://www.assnat.qc.ca/fr/travaux-parlementaires/projets-loi/projet-loi-16-43-1.html (consulté le 31 oct. 2026).

Association de la construction du Québec (2025). *Négociation 2025-2029 des secteurs institutionnel-commercial et industriel : faits saillants de la convention collective*. Rapp. tech. Version du 25 avril 2025, 16 p. ; majorations salariales 8 % (27 avril 2025), 5 % (26 avril 2026), 5 % (25 avril 2027), 4 % (30 avril 2028) ; protection contre l'inflation au 29 avril 2029 (IPC + 0,5 point, min. 2,5 %, max. 4 %). Document patronal, non le texte de la convention. Association de la construction du Québec. URL : https://www.acq.org/wp-content/uploads/2025/04/acq-nego-faits-saillants-convention-2025-2029-ver25avril2025.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Association des consommateurs pour la qualité dans la construction (2026a). *La pyrite*. Page sans date de mise à jour ; mécanisme, signes, délais, normes CTQ-M100 et CTQ-M200, remblai certifié DB, programme SHQ 2001-2011. URL : https://www.acqc.ca/fr/info/pyrite (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Ocre ferreuse*. Norme BNQ 3661-500 publiée en février 2012 ; vérification partielle (extrait). URL : https://acqc.ca/fr/ocre-ferreuse (consulté le 31 oct. 2026).

Association des inspecteurs en bâtiments du Québec (2011). *Norme de pratique professionnelle pour l'inspection visuelle de bâtiments principalement résidentiels*. Version V03, avril 2011 (entrée en vigueur janvier 2010), fichier mis à jour le 23 mars 2023 (art. 12.10) ; 24 p. ; art. 7–8 (inspection visuelle, non techniquement exhaustive), 11–12 (limites et exclusions, dont la valeur marchande), 14 (rapport), 16 (déclarations du vendeur). Association des inspecteurs en bâtiments du Québec, en collaboration avec l'Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec. URL :

https://www.aibq.qc.ca/media/2220/aibq_normepreachat_maj-23-mars-2023-art1210.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Association professionnelle des courtiers immobiliers du Québec (2026a). *Baromètre FSMI du marché résidentiel — Région métropolitaine de Montréal — 3e trimestre 2026*. Île de Montréal ; secteurs 13 Rosemont et 14 Villeray ; T3 2026. APCIQ. url : https://com.apciq.ca/sam/pdf/bar/2026/202603-bar-mtl-fr.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Baromètre FSMI du marché résidentiel — Région métropolitaine de Québec — 3e trimestre 2026*. Secteur 2 : La Cité–Basse-Ville et Limoilou ; T3 2026. APCIQ. url : https://com.apciq.ca/sam/pdf/bar/2026/202603-bar-quebec.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Baromètre résidentiel — Région métropolitaine de Gatineau, 3e trimestre 2026*. Source : APCIQ par le système Centris ; communiqué associé du 14 octobre 2026 : https://apciq.ca/en/gatineau-cma-more-choices-for-buyers-and-less-pressure-on-prices/. url : https://com.apciq.ca/sam/pdf/bar/2026/202603-bar-gatineau.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *Montreal and Quebec City CMAs : The Path Toward a More Balanced Market Continues — Centris residential sales statistics, September 2026*. Brève mensuelle du 2 octobre 2026. url : https://apciq.ca/en/stats-september-2026/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Quebec's Residential Real Estate Market Continues to Transition, Yet Most Markets Remain Seller-Friendly — Statistiques résidentielles Centris, 3e trimestre 2026*. Communiqué du 14 octobre 2026 ; PDF : https://apciqca-152af.kxcdn.com/wp-content/uploads/sites/4/2026/10/CP-trimestriel-2026-T3-en.pdf. url : https://apciq.ca/en/quebecs-residential-real-estate-market-continues-to-transition-yet-most-markets-remain-seller-friendly/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026f). *Terms of use*. Toute reproduction ou utilisation des données doit mentionner l'APCIQ (QPAREB) ; usage commercial interdit sans consentement écrit. url : https://apciq.ca/en/terms-of-use/ (consulté le 31 oct. 2026).

Athey, S. et G. W. Imbens (2019). « Machine Learning Methods That Economists Should Know About ». In : *Annual Review of Economics* 11, p. 685-725. doi : 10.1146/annurev-economics-080217-053433.

Autor, D. H., C. J. Palmer et P. A. Pathak (2014). « Housing Market Spillovers : Evidence from the End of Rent Control in Cambridge, Massachusetts ». In : *Journal of Political Economy* 122.3, p. 661-717. doi : 10.1086/675536.

Aydin, E., D. Brounen et N. Kok (2020). « The Capitalization of Energy Efficiency : Evidence from the Housing Market ». In : *Journal of Urban Economics* 117, p. 103243. doi : 10.1016/j.jue.2020.103243.

Bailey, M. J., R. F. Muth et H. O. Nourse (1963). « A Regression Method for Real Estate Price Index Construction ». In : *Journal of the American Statistical Association* 58.304, p. 933-942. doi : 10.1080/01621459.1963.10480679.

Bajari, P. et C. L. Benkard (2005). « Demand Estimation with Heterogeneous Consumers and Unobserved Product Characteristics : A Hedonic Approach ». In : *Journal of Political Economy* 113.6, p. 1239-1276. doi : 10.1086/498586.

Banerjee, S., B. P. Carlin et A. E. Gelfand (2014). *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. 2e éd. Boca Raton : Chapman & Hall/CRC. doi : 10.1201/b17115.

Banerjee, S., A. E. Gelfand, J. R. Knight et C. F. Sirmans (2004). « Spatial Modeling of House Prices Using Normalized Distance-Weighted Sums of Stationary Processes ». In : *Journal of Business & Economic Statistics* 22.2, p. 206-213. doi : 10.1198/073500104000000091.

Bank of Canada (2025). *Bank of Canada publishes 2026 schedule for policy interest rate announcements and other major publications.* Avis du 6 août 2025 ; huit annonces en 2026 : 28 janvier, 18 mars, 29 avril, 10 juin, 15 juillet, 2 septembre, 28 octobre, 9 décembre. URL : https://www.bankofcanada.ca/2025/08/bank-canada-publishes-2026-schedule-policy-interest-rate-announcements-other-major-publications/ (consulté le 31 oct. 2026).

Banque du Canada (2026a). *La Banque du Canada relève le taux directeur à 2 ½ %.* Communiqué du 28 octobre 2026 : taux cible du financement à un jour porté de 2,25 % à 2,50 % ; taux officiel d'escompte 2,75 % ; taux de rémunération des dépôts 2,45 % ; prochaine annonce le 9 décembre 2026. URL : https://www.banqueducanada.ca/2026/10/fad-communique-2026-10-28/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Taux d'intérêt des prêts hypothécaires résidentiels des banques à charte, fonds avancés, assurés et non assurés (groupe A4_RATES_MORTGAGES).* Mensuel, janvier 2013 à août 2026 ; séries V122667775 à V122667798. Banque du Canada. URL : https://www.bankofcanada.ca/valet/observations/group/A4_RATES_MORTGAGES/csv?start_date=2000-01-01 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Valet API — Observations : V39079 (taux cible du financement à un jour), BD.CDN.5YR.DQ.YLD et BD.CDN.10YR.DQ.YLD (rendements des obligations de référence 5 et 10 ans), V80691335 (taux hypothécaire conventionnel 5 ans), AVG.INTWO (CORRA).* Données extraites le 2026-10-31 ; dernières observations : 2026-10-29 (quotidiennes) et 2026-10-28 (hebdomadaires). URL : https://www.bankofcanada.ca/valet/observations/V39079,BD.CDN.5YR.DQ.YLD,BD.CDN.10YR.DQ.YLD,V80691335,AVG.INTWO/json (consulté le 31 oct. 2026).

Basu, S. et T. G. Thibodeau (1998). « Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 17.1, p. 61-85. DOI : 10.1023/A:1007703229507.

Bates, J. M. et C. W. J. Granger (1969). « The Combination of Forecasts ». In : *Operational Research Quarterly* 20.4. Poids optimaux de deux prévisions corrélées (eq. 20.deux) ; Crossref indique le titre de revue actuel *Journal of the Operational Research Society* ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 451-468. DOI : 10.1057/jors.1969.103. (Consulté le 31 oct. 2026).

Baum, A. (1991). *Property Investment Depreciation and Obsolescence.* London : Routledge.

Baum, A. E., N. Crosby et S. Devaney (2021). *Property Investment Appraisal.* 4e éd. Hoboken : Wiley-Blackwell.

Belsley, D. A., E. Kuh et R. E. Welsch (1980). *Regression Diagnostics : Identifying Influential Data and Sources of Collinearity.* Diagnostics de colinéarité (VIF, indices de conditionnement) et d'influence ; DOI de l'édition Wiley Series in Probability and Statistics (2005, réimpression) ; statut : partiellement vérifié (notice Wiley, non ouverte à la page). New York : John Wiley & Sons. DOI : 10.1002/0471725153. (Consulté le 31 oct. 2026).

Bernstein, A., M. T. Gustafson et R. Lewis (2019). « Disaster on the Horizon : The Price Effect of Sea Level Rise ». In : *Journal of Financial Economics* 134.2, p. 253-272. DOI : 10.1016/j.jfineco.2019.03.013.

Bin, O., J. B. Kruse et C. E. Landry (2008). « Flood Hazards, Insurance Rates, and Amenities : Evidence from the Coastal Housing Market ». In : *Journal of Risk and Insurance* 75.1, p. 63-82. DOI : 10.1111/j.1539-6975.2007.00248.x.

Bin, O. et S. Polasky (2004). « Effects of Flood Hazards on Property Values : Evidence before and after Hurricane Floyd ». In : *Land Economics* 80.4, p. 490-500. DOI : 10.2307/3655805.

Bishop, K. C., N. V. Kuminoff, H. S. Banzhaf, K. J. Boyle, K. von Gravenitz, J. C. Pope, V. K. Smith et C. D. Timmins (2020). « Best Practices for Using Hedonic Property Value Models to Measure

Willingness to Pay for Environmental Quality ». In : *Review of Environmental Economics and Policy* 14.2, p. 260-281. DOI : 10.1093/reep/reaa001.

Bogin, A. N. et J. Shui (2020). « Appraisal Accuracy and Automated Valuation Models in Rural Areas ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 60.1–2, p. 40-52. DOI : 10.1007/s11146-019-09712-0.

Bokhari, S. et D. Geltner (2018). « Characteristics of Depreciation in Commercial and Multifamily Property : An Investment Perspective ». In : *Real Estate Economics* 46.4, p. 745-782. DOI : 10.1111/1540-6229.12156.

Bourassa, S. C., E. Cantoni et M. Hoesli (2010). « Predicting House Prices with Spatial Dependence : A Comparison of Alternative Methods ». In : *Journal of Real Estate Research* 32.2, p. 139-160. DOI : 10.1080/10835547.2010.12091276.

Bourassa, S. C., F. Hamelink, M. Hoesli et B. D. MacGregor (1999). « Defining Housing Submarkets ». In : *Journal of Housing Economics* 8.2, p. 160-183. DOI : 10.1006/jhec.1999.0246.

Bourassa, S. C., M. Hoesli et V. S. Peng (2003). « Do Housing Submarkets Really Matter ? » In : *Journal of Housing Economics* 12.1, p. 12-28. DOI : 10.1016/S1051-1377(03)00003-2.

Bourassa, S. C., M. Hoesli et J. Sun (2006). « A Simple Alternative House Price Index Method ». In : *Journal of Housing Economics* 15.1, p. 80-97. DOI : 10.1016/j.jhe.2006.03.001.

Bowes, N. (2011). *In Defense of the Cost Approach : A Journey into Commercial Depreciation*. Chicago : Appraisal Institute. URL : https://appraisalinstitute.org/insights-and-resources/resources/books/in-defense-of-the-cost-approach-a-journey-into-commercial-depreciation-pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Box, G. E. P. et D. R. Cox (1964). « An Analysis of Transformations ». In : *Journal of the Royal Statistical Society : Series B (Methodological)* 26.2, p. 211-243. DOI : 10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x.

Boyle, M. A. et K. A. Kiel (2001). « A Survey of House Price Hedonic Studies of the Impact of Environmental Externalities ». In : *Journal of Real Estate Literature* 9.2, p. 117-144. DOI : 10.1080/10835547.2001.12090098.

Breiman, L. (2001). « Random Forests ». In : *Machine Learning* 45.1, p. 5-32. DOI : 10.1023/A:1010933404324.

Breusch, T. S. et A. R. Pagan (1979). « A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation ». In : *Econometrica* 47.5. Test du multiplicateur de Lagrange d'hétéroscédasticité ; version studentisée de Koenker (1981) utilisée dans le script ; vérifié Crossref, p. 1287-1294. DOI : 10.2307/1911963. (Consulté le 31 oct. 2026).

Brounen, D. et N. Kok (2011). « On the Economics of Energy Labels in the Housing Market ». In : *Journal of Environmental Economics and Management* 62.2, p. 166-179. DOI : 10.1016/j.jeem.2010.11.006.

Brueckner, J. K. (1987). « The Structure of Urban Equilibria : A Unified Treatment of the Muth-Mills Model ». In : *Handbook of Regional and Urban Economics*. Sous la dir. d'E. S. Mills. T. 2. Chapitre 20 ; métadonnées confirmées par Crossref le 2026-10-31. Amsterdam : Elsevier, p. 821-845. DOI : 10.1016/S1574-0080(87)80006-8.

Brueggeman, W. B. et J. D. Fisher (2022). *Real Estate Finance and Investments*. 17e éd. Copyright 2022, parution 2021 ; édition internationale ISBN 9781264892884. New York : McGraw Hill.

Bureau d'assurance du Canada (2025). *Pourquoi mon assurance habitation coûte plus cher*. Prime moyenne d'assurance habitation au Québec : 1 103 $ en 2024 (+9 % sur un an) ; coût moyen

d'un sinistre 22 745 $. Infoassurance (BAC). URL : https://infoassurance.ca/blogue/habitation/pourquoi-mon-assurance-habitation-coute-plus-cher (consulté le 31 oct. 2026).

Bureau de normalisation du Québec (2022). *BNQ 2560-500/2022 — Indice pétrographique du potentiel de gonflement sulfatique (IPPG) des matériaux granulaires : méthode d'essai*. Sommaire public consulté ; norme protégée, non reproduite. Bureau de normalisation du Québec. URL : https://bnq.qc.ca/images/pdf/Sommaire_SOD/SOD_2560-500_FR_2022.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Bureau du surintendant des institutions financières (2017). *Residential Mortgage Underwriting Practices and Procedures — Guideline B-20*. Publiée le 31 octobre 2017 ; page modifiée le 30 mars 2023 ; principe 4 (évaluation des garanties) ; aucune révision ultérieure trouvée au 2026-10-31. BSIF. Ottawa. URL : https://www.osfi-bsif.gc.ca/en/guidance/guidance-library/residential-mortgage-underwriting-practices-procedures-guideline-2017 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2024). *OSFI exempts uninsured mortgage straight switches from the prescribed MQR and implements portfolio LTI limits*. Lettre du 21 novembre 2024. URL : https://www.osfi-bsif.gc.ca/en/guidance/guidance-library/osfi-exempts-uninsured-mortgage-straight-switches-prescribed-mqr-implements-portfolio-lti-limits (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Loan-to-income limits for uninsured mortgage portfolios*. Page modifiée le 29 janvier 2026 ; limite de volume des originations non assurées dépassant 4,5 fois le revenu, propre à chaque institution, en vigueur depuis l'exercice 2025. URL : https://www.osfi-bsif.gc.ca/en/supervision/financial-institutions/banks/loan-income-limits-uninsured-mortgage-portfolios (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Minimum qualifying rate for uninsured mortgages*. URL : https://www.osfi-bsif.gc.ca/en/supervision/financial-institutions/banks/minimum-qualifying-rate-uninsured-mortgages (consulté le 31 oct. 2026).

Byrne, P. (1996). *Risk, Uncertainty and Decision-Making in Property Development*. 2e éd. DOI de l'édition numérique Routledge (2002) de la 2e édition. London : E & FN Spon. DOI : 10.4324/9780203475515.

Callaway, B. et P. H. C. Sant'Anna (2021). « Difference-in-Differences with Multiple Time Periods ». In : *Journal of Econometrics* 225.2, p. 200-230. DOI : 10.1016/j.jeconom.2020.12.001.

Can, A. (1992). « Specification and Estimation of Hedonic Housing Price Models ». In : *Regional Science and Urban Economics* 22.3, p. 453-474. DOI : 10.1016/0166-0462(92)90039-4.

Canada (1985). *Loi sur l'intérêt*. L.R.C. (1985), ch. I-15, art. 6 : le taux d'une hypothèque remboursable par versements confondus doit être exprimé « calculé annuellement ou semestriellement, mais non d'avance » (texte consulté sur le site de la législation fédérale). URL : https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/i-15/page-1.html (consulté le 31 oct. 2026).

Canada Mortgage and Housing Corporation (2018a). *Calculating GDS / TDS*. Ratios 39 % / 44 % ; composantes du paiement (prime incluse) ; règle du taux de qualification. URL : https://www.cmhc-schl.gc.ca/professionals/project-funding-and-mortgage-financing/mortgage-loan-insurance/calculating-gds-tds (consulté le 31 oct. 2026).

— (2018b). *CMHC Mortgage Loan Insurance Cost*. Même barème de primes ; « Premiums in Quebec, Ontario and Saskatchewan are subject to provincial sales tax » et la taxe ne peut être ajoutée au prêt. URL : https://www.cmhc-schl.gc.ca/consumers/home-buying/mortgage-loan-

insurance-for-consumers/cmhc-mortgage-loan-insurance-cost (consulté le 31 oct. 2026).

Canadian Institute of Quantity Surveyors (2026). *CIQS : The Voice for Canada's Construction Economists*. Page d'accueil consultée le 31 octobre 2026 : l'organisme décerne les titres *Professional Quantity Surveyor* (PQS) et *Construction Estimator Certified* (CEC) ; aucune méthode de mesurage publiée n'a été consultée. URL : https://ciqs.org/ (consulté le 31 oct. 2026).

Capozza, D. R. et R. W. Helsley (1989). « The Fundamentals of Land Prices and Urban Growth ». In : *Journal of Urban Economics* 26.3, p. 295-306. DOI : 10.1016/0094-1190(89)90003-X.

— (1990). « The Stochastic City ». In : *Journal of Urban Economics* 28.2, p. 187-203. DOI : 10.1016/0094-1190(90)90050-W.

Carpenter, B. et al. (2017). « Stan : A Probabilistic Programming Language ». In : *Journal of Statistical Software* 76.1, p. 1-32. DOI : 10.18637/jss.v076.i01.

Case, K. E. et R. J. Shiller (1987). « Prices of Single-Family Homes Since 1970 : New Indexes for Four Cities ». In : *New England Economic Review* (September/October). Federal Reserve Bank of Boston, p. 45-56. URL : https://ideas.repec.org/a/fip/fedbne/y1987isepp45-56.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (1989). « The Efficiency of the Market for Single-Family Homes ». In : *American Economic Review* 79.1, p. 125-137. URL : https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v79y1989i1p125-37.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2003). « Is There a Bubble in the Housing Market ? » In : *Brookings Papers on Economic Activity* 2003.2, p. 299-362. DOI : 10.1353/eca.2004.0004.

CBRE Canada (2026). *Canadian Cap Rates & Investment Insights — Q3 2026*. Publié le 21 octobre 2026 ; fourchettes de taux de capitalisation multirésidentiel pour Montréal (4,25 à 4,75 %) et Québec (4,25 à 6,00 %) ; moyenne nationale toutes propriétés 6,56 %. CBRE Limited. URL : https://www.cbre.ca/insights/reports/canada-cap-rates-investment-insights-q3-2026 (consulté le 31 oct. 2026).

Centre de services scolaire des Hautes-Rivières (2026). *Année scolaire 2026-2027 — Taxe scolaire : mise à la poste des comptes*. Communiqué du 2 juillet 2026 (source secondaire) ; taux provincial réduit à 0,07899 $ par 100 $ d'évaluation uniformisée ajustée (0,08423 $ en 2025-2026) ; avis officiel : (2026) 158 G.O. 1, 520 (non consulté). URL : https://www.cssdhr.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2026/07/2026-07-02_Comm_Pres_Taxe_Scol.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Cespedes-Lopez, M.-F., R.-T. Mora-Garcia, V. R. Perez-Sanchez et J.-C. Perez-Sanchez (2019). « Meta-Analysis of Price Premiums in Housing with Energy Performance Certificates (EPC) ». In : *Sustainability* 11.22, p. 6303. DOI : 10.3390/su11226303.

Chaisemartin, C. de et X. D'Haultfœuille (2020). « Two-Way Fixed Effects Estimators with Heterogeneous Treatment Effects ». In : *American Economic Review* 110.9, p. 2964-2996. DOI : 10.1257/aer.20181169.

Chen, T. et C. Guestrin (2016). « XGBoost : A Scalable Tree Boosting System ». In : *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '16)*. New York : ACM, p. 785-794. DOI : 10.1145/2939672.2939785.

Chervachidze, S. et W. Wheaton (2013). « What Determined the Great Cap Rate Compression of 2000–2007, and the Dramatic Reversal During the 2008–2009 Financial Crisis ? » In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 46.2, p. 208-231. DOI : 10.1007/s11146-011-9334-z.

Chow, G. C. (1960). « Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions ». In : *Econometrica* 28.3. Test de stabilité des coefficients (équation (15.10)) ; vérifié par résolution DOI (Crossref) le 2026-10-31, p. 591-605. DOI : 10.2307/1910133. (Consulté le 31 oct. 2026).

Clapp, J. M., K. S. Bardos et S. K. Wong (2012). « Empirical Estimation of the Option Premium for Residential Redevelopment ». In : *Regional Science and Urban Economics* 42.1–2, p. 240-256. DOI : 10.1016/j.regsciurbeco.2011.08.007.

Clapp, J. M. et C. Giaccotto (1992). « Estimating Price Indices for Residential Property : A Comparison of Repeat Sales and Assessed Value Methods ». In : *Journal of the American Statistical Association* 87.418, p. 300-306. DOI : 10.1080/01621459.1992.10475209.

— (1998). « Residential Hedonic Models : A Rational Expectations Approach to Age Effects ». In : *Journal of Urban Economics* 44.3, p. 415-437. DOI : 10.1006/juec.1997.2076.

Clapp, J. M. et K. Salavei (2010). « Hedonic Pricing with Redevelopment Options : A New Approach to Estimating Depreciation Effects ». In : *Journal of Urban Economics* 67.3, p. 362-377. DOI : 10.1016/j.jue.2009.11.003.

Clayton, J., D. Geltner et S. W. Hamilton (2001). « Smoothing in Commercial Property Valuations : Evidence from Individual Appraisals ». In : *Real Estate Economics* 29.3, p. 337-360. DOI : 10.1111/1080-8620.00014.

Coffey, W. J. et R. G. Shearmur (2001). « Intrametropolitan Employment Distribution in Montreal, 1981–1996 ». In : *Urban Geography* 22.2. Métadonnées confirmées par Crossref le 2026-10-31, p. 106-129. DOI : 10.2747/0272-3638.22.2.106.

Colwell, P. F., R. E. Cannaday et C. Wu (1983). « The Analytical Foundations of Adjustment Grid Methods ». In : *Real Estate Economics* 11.1. Alors *AREUEA Journal*, p. 11-29. DOI : 10.1111/1540-6229.00277.

Commission de la construction du Québec (2025). *Secteur résidentiel : nouveaux taux en vigueur dès le 27 juillet 2025*. Nouvelle publiée le 18 juillet 2025 ; majoration de 8 % au 27 juillet 2025 ; majorations suivantes « déterminée[s] en arbitrage ». URL : https://www.ccq.org/fr-CA/Nouvelles/2025/Nouveaux-taux-residentiel (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026). *Salaire et taux — conventions collectives 2025-2029*. URL : https://www.ccq.org/fr-CA/avantages-sociaux/salaire-taux (consulté le 4 août 2026).

Commission de protection du territoire agricole du Québec (2026). *Site de la Commission de protection du territoire agricole du Québec*. Services en ligne : demande d'autorisation, déclaration de droits acquis, cartographie Déméter ; consulté le 2026-10-31. URL : https://www.cptaq.gouv.qc.ca/ (consulté le 31 oct. 2026).

Contat, J. et W. D. Larson (2024). « A Flexible Method of Housing Price Index Construction Using Repeat-Sales Aggregates ». In : *Real Estate Economics* 52.6, p. 1551-1583. DOI : 10.1111/1540-6229.12474.

Cook, R. D. (1977). « Detection of Influential Observation in Linear Regression ». In : *Technometrics* 19.1. Distance de Cook ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 15-18. DOI : 10.1080/00401706.1977.10489493. (Consulté le 31 oct. 2026).

Coulson, N. E. et D. P. McMillen (2008). « Estimating Time, Age and Vintage Effects in Housing Prices ». In : *Journal of Housing Economics* 17.2, p. 138-151. DOI : 10.1016/j.jhe.2008.03.002.

Cour d'appel du Québec (2008). *Marcoux c. Picard*. 2008 QCCA 259 ; arrêt du 5 février 2008, motifs déposés le 7 février 2008 ; n° 200-09-005747-065 ; norme de l'acheteur prudent et diligent (art.

1726 C.c.Q.) ; texte lu dans une copie PDF de l'arrêt (lanelegal.com). URL : https://www.canlii.org/fr/qc/qcca/doc/2008/2008qcca259/2008qcca259.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2014). *Gestion Almaca inc. c. Syndicat des copropriétaires du 460 St-Jean*. 2014 QCCA 105 ; 21 janvier 2014 ; contribution de tous les copropriétaires au fonds de prévoyance selon la valeur relative, y compris pour les parties communes à usage restreint (art. 1064 et 1071 C.c.Q.) ; vu via le sommaire SOQUIJ sur CanLII Connects. URL : https://www.canlii.org/fr/qc/qcca/doc/2014/2014qcca105/2014qcca105.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025). *Ville de Québec c. Jardins de Vérone S.E.C.* 2025 QCCA 123, 4 février 2025 ; mention « terrains vagues desservis » (art. 244.36 LFM) ; pourvoi à la Cour suprême du Canada (dossier 41748) autorisé le 16 octobre 2025, entendu le 12 mai 2026, en délibéré au 21 juillet 2026 ; registre de la CSC consulté. URL : https://www.scc-csc.ca/case-dossier/info/dock-regi-fra.aspx?cas=41748 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Ville de Montréal c. Panzera*. 2026 QCCA 57, 23 janvier 2026 (Dutil, Healy et Hardy, jj.c.a.) ; exonération du droit de mutation (art. 1.1 et 20 e.1) LDMI) et compétence exclusive de la Cour du Québec (art. 36 al. 2 C.p.c.) ; texte intégral consulté. URL : https://www.canadianlawyermag.com/cl-plus/cases/download/13527/10017/Ville%20de%20Montr%C3%A9al%20c.%20Panzera,%202026%20QCCA%2057.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Ville de Québec c. 9252-0451 Québec inc.* 2026 QCCA 1106, 13 août 2026 (Hogue, Lavallée et Kalichman, jj.c.a.) ; vente pour taxes, présomption de validité du rôle ; résumé SOQUIJ consulté via le Blogue du CRL, arrêt intégral non consulté. URL : https://www.blogueducrl.com/2026/09/ville-de-quebec-c-9252-0451-quebec-inc-2026-qcca-1106/ (consulté le 31 oct. 2026).

Cour suprême du Canada (1950). *Sun Life Assurance Company of Canada v. City of Montreal*. [1950] S.C.R. 220, 1950 CanLII 29 (CSC), 21 février 1950 ; confirmé par le Comité judiciaire du Conseil privé, [1952] 2 D.L.R. 81 ; texte intégral non consulté (CanLII refuse l'accès automatisé) : sommaire vérifié par sources secondaires. URL : https://www.canlii.org/en/ca/scc/doc/1950/1950canlii29/1950canlii29.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (1994). *Québec (Communauté urbaine) c. Corp. Notre-Dame de Bon-Secours*. [1994] 3 R.C.S. 3, 1994 CanLII 58 (CSC), j. Gonthier ; exemption de l'art. 204(14) LFM ; texte intégral non consulté (CanLII 403), résumé vérifié par sources secondaires. URL : https://www.canlii.org/en/ca/scc/doc/1994/1994canlii58/1994canlii58.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2007). *ABB Inc. c. Domtar Inc.* 2007 CSC 50 ; 22 novembre 2007 ; arrêt de principe sur la garantie légale contre les vices cachés ; texte intégral non consulté (CanLII inaccessible le 2026-10-31 ; existence confirmée par l'index CanLII et la page Lexum). URL : https://www.canlii.org/fr/ca/csc/doc/2007/2007csc50/2007csc50.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025). *Ville de Sainte-Julie c. Investissements Laroda inc.* 2025 CSC 44, 19 décembre 2025 (j. Côté, unanime), dossier 41036 ; cession excédentaire de terrains pour fins de parcs et réserve de terrains ; indemnité égale à la valeur marchande des terrains au 15 décembre 2015 ; « cause en bref » consultée. URL : https://www.scc-csc.ca/judgments-jugements/cb/2025/41036/ (consulté le 31 oct. 2026).

Court, A. T. (1939). « Hedonic Price Indexes with Automotive Examples ». In : *The Dynamics of Automobile Demand*. Reproduction numérisée mise en ligne par A. C. Goodman (Wayne State University) ; pagination et contexte d'après Goodman (1998). New York : General Motors Corporation, p. 99-117. URL : https://allengoodman.wayne.edu/Research/PUBS/Court_Hedonic.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Cox, J. C., S. A. Ross et M. Rubinstein (1979). « Option Pricing : A Simplified Approach ». In : *Journal of Financial Economics* 7.3, p. 229-263. DOI : 10.1016/0304-405X(79)90015-1. (Consulté le 31 oct. 2026).

Cropper, M. L., L. B. Deck et K. E. McConnell (1988). « On the Choice of Functional Form for Hedonic Price Functions ». In : *Review of Economics and Statistics* 70.4, p. 668-675. DOI : 10.2307/1935831.

Cunningham, C. R. (2006). « House Price Uncertainty, Timing of Development, and Vacant Land Prices : Evidence for Real Options in Seattle ». In : *Journal of Urban Economics* 59.1, p. 1-31. DOI : 10.1016/j.jue.2005.08.003.

Cunningham, S. (2021). *Causal Inference : The Mixtape*. New Haven : Yale University Press. DOI : 10.12987/9780300255881.

Currie, J., L. Davis, M. Greenstone et R. Walker (2015). « Environmental Health Risks and Housing Values : Evidence from 1,600 Toxic Plant Openings and Closings ». In : *American Economic Review* 105.2, p. 678-709. DOI : 10.1257/aer.20121656.

Davis, M. A. et J. Heathcote (2007). « The Price and Quantity of Residential Land in the United States ». In : *Journal of Monetary Economics* 54.8, p. 2595-2620. DOI : 10.1016/j.jmoneco.2007.06.023.

Des Rosiers, F., J. Dubé et M. Thériault (2011). « Do Peer Effects Shape Property Values ? » In : *Journal of Property Investment & Finance* 29.4/5, p. 510-528. DOI : 10.1108/14635781111150376.

Des Rosiers, F., A. Lagana et M. Thériault (2001). « Size and Proximity Effects of Primary Schools on Surrounding House Values ». In : *Journal of Property Research* 18.2, p. 149-168. DOI : 10.1080/09599910110039905.

Des Rosiers, F. et M. Thériault (2008). « Mass Appraisal, Hedonic Price Modelling and Urban Externalities : Understanding Property Value Shaping Processes ». In : *Mass Appraisal Methods : An International Perspective for Property Valuers*. Sous la dir. de T. Kauko et M. d'Amato. Oxford : Wiley-Blackwell, p. 109-147. DOI : 10.1002/9781444301021.ch6.

Des Rosiers, F., M. Thériault, Y. Kestens et P. Villeneuve (2002). « Landscaping and House Values : An Empirical Investigation ». In : *Journal of Real Estate Research* 23.1–2, p. 139-162. DOI : 10.1080/10835547.2002.12091072.

— (2007). « Landscaping Attributes and Property Buyers' Profiles : Their Joint Effect on House Prices ». In : *Housing Studies* 22.6, p. 945-964. DOI : 10.1080/02673030701608183.

Des Rosiers, F., M. Thériault et P.-Y. Villeneuve (2000). « Sorting Out Access and Neighbourhood Factors in Hedonic Price Modelling ». In : *Journal of Property Investment & Finance* 18.3, p. 291-315. DOI : 10.1108/14635780010338245.

Diamond, R., T. McQuade et F. Qian (2019). « The Effects of Rent Control Expansion on Tenants, Landlords, and Inequality : Evidence from San Francisco ». In : *American Economic Review* 109.9, p. 3365-3394. DOI : 10.1257/aer.20181289.

Diaz, J. (1990). « How Appraisers Do Their Work : A Test of the Appraisal Process and the Development of a Descriptive Model ». In : *Journal of Real Estate Research* 5.1, p. 1-15. DOI : 10.1080/10835547.1990.12090601.

— (1997). « An Investigation into the Impact of Previous Expert Value Estimates on Appraisal Judgment ». In : *Journal of Real Estate Research* 13.1, p. 57-66. DOI : 10.1080/10835547.1997.12090864.

Diaz, J. et J. A. Hansz (2002). « Behavioral Research into the Real Estate Valuation Process : Progress Toward a Descriptive Model ». In : *Real Estate Valuation Theory*. Sous la dir. de K. Wang et M. L.

Wolverton. T. 8. Research Issues in Real Estate. Boston : Springer, p. 3-29. doi : 10.1007/978-1-4615-0909-7_1.

DiPasquale, D. et W. C. Wheaton (1992). « The Markets for Real Estate Assets and Space : A Conceptual Framework ». In : *Real Estate Economics* 20.2. Alors *AREUEA Journal*, p. 181-198. doi : 10.1111/1540-6229.00579.

— (1996). *Urban Economics and Real Estate Markets*. Notice Open Library ; compte rendu : Arnott, *Journal of Housing Economics*, 5(3), 1996, doi:10.1006/jhec.1996.0015. Englewood Cliffs (N.J.) : Prentice Hall.

Duan, N. (1983). « Smearing Estimate : A Nonparametric Retransformation Method ». In : *Journal of the American Statistical Association* 78.383. Correction de retransformation (*smearing*) appliquée par `traite.cas1.predire` ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 605-610. doi : 10.1080/01621459.1983.10478017. (Consulté le 31 oct. 2026).

Dubé, J., F. Des Rosiers, M. Thériault et P. Dib (2011). « Economic Impact of a Supply Change in Mass Transit in Urban Areas : A Canadian Example ». In : *Transportation Research Part A : Policy and Practice* 45.1, p. 46-62. doi : 10.1016/j.tra.2010.09.002.

Dubé, J., J. Le Gallo, F. Des Rosiers, D. Legros et M.-P. Champagne (2024). « An Integrated Causal Framework to Evaluate Uplift Value with an Example on Change in Public Transport ». In : *Transportation Research Part E : Logistics and Transportation Review* 185, p. 103500. doi : 10.1016/j.tre.2024.103500.

Dubé, J. et D. Legros (2013). « A Spatio-Temporal Measure of Spatial Dependence : An Example Using Real Estate Data ». In : *Papers in Regional Science* 92.1, p. 19-31. doi : 10.1111/j.1435-5957.2011.00402.x.

— (2014). *Spatial Econometrics Using Microdata*. London ; Hoboken : ISTE / Wiley. doi : 10.1002/9781119008651.

Dubé, J., D. Legros, M. Thériault et F. Des Rosiers (2014). « A Spatial Difference-in-Differences Estimator to Evaluate the Effect of Change in Public Mass Transit Systems on House Prices ». In : *Transportation Research Part B : Methodological* 64, p. 24-40. doi : 10.1016/j.trb.2014.02.007.

— (2017). « Measuring and Interpreting Urban Externalities in Real-Estate Data : A Spatio-Temporal Difference-in-Differences (STDID) Estimator ». In : *Buildings* 7.2, p. 51. doi : 10.3390/buildings7020051.

Dubé, J., M. Thériault et F. Des Rosiers (2013). « Commuter Rail Accessibility and House Values : The Case of the Montreal South Shore, Canada, 1992–2009 ». In : *Transportation Research Part A : Policy and Practice* 54, p. 49-66. doi : 10.1016/j.tra.2013.07.015.

Dubin, R. A. (1988). « Estimation of Regression Coefficients in the Presence of Spatially Autocorrelated Error Terms ». In : *Review of Economics and Statistics* 70.3, p. 466-474. doi : 10.2307/1926785.

— (1998). « Spatial Autocorrelation : A Primer ». In : *Journal of Housing Economics* 7.4, p. 304-327. doi : 10.1006/jhec.1998.0236.

Duca, J. V. et D. C. Ling (2020). « The Other (Commercial) Real Estate Boom and Bust : The Effects of Risk Premia and Regulatory Capital Arbitrage ». In : *Journal of Banking & Finance* 112, p. 105317. doi : 10.1016/j.jbankfin.2018.03.006.

Duranton, G. et D. Puga (2015). « Urban Land Use ». In : *Handbook of Regional and Urban Economics*. Sous la dir. de G. Duranton, J. V. Henderson et W. C. Strange. T. 5. Amsterdam : Elsevier, p. 467-560. doi : 10.1016/B978-0-444-59517-1.00008-8.

Dye, R. F. et D. P. McMillen (2007). « Teardowns and Land Values in the Chicago Metropolitan Area ». In : *Journal of Urban Economics* 61.1, p. 45-63. doi : 10.1016/j.jue.2006.06.003.

Efron, B. (1979). « Bootstrap Methods : Another Look at the Jackknife ». In : *The Annals of Statistics* 7.1. Article fondateur du bootstrap (sec. 20.bootstrap) ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 1-26. doi : 10.1214/aos/1176344552. (Consulté le 31 oct. 2026).

Efron, B. et C. Morris (1975). « Data Analysis Using Stein's Estimator and its Generalizations ». In : *Journal of the American Statistical Association* 70.350. Rétrécissement empirique (James–Stein) ; vérifié Crossref, p. 311-319. doi : 10.1080/01621459.1975.10479864. (Consulté le 31 oct. 2026).

Efron, B. et R. J. Tibshirani (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. Intervalles percentiles, choix de B ; vérifié Crossref 2026-10-31 (ISBN 9780412042317 / 9781489945419). New York : Chapman & Hall. doi : 10.1007/978-1-4899-4541-9. (Consulté le 31 oct. 2026).

Eichholtz, P., N. Kok et J. M. Quigley (2010). « Doing Well by Doing Good ? Green Office Buildings ». In : *American Economic Review* 100.5, p. 2492-2509. doi : 10.1257/aer.100.5.2492.

Ekeland, I., J. J. Heckman et L. Nesheim (2004). « Identification and Estimation of Hedonic Models ». In : *Journal of Political Economy* 112.S1, S60-S109. doi : 10.1086/379947.

Elhorst, J. P. (2014). *Spatial Econometrics : From Cross-Sectional Data to Spatial Panels*. SpringerBriefs in Regional Science. Berlin, Heidelberg : Springer. doi : 10.1007/978-3-642-40340-8.

Ellwood, L. W. (1970). *Ellwood Tables for Real Estate Appraising and Financing*. 3e éd. Cambridge (Mass.) : Ballinger Publishing.

Englund, P., J. M. Quigley et C. L. Redfearn (1998). « Improved Price Indexes for Real Estate : Measuring the Course of Swedish Housing Prices ». In : *Journal of Urban Economics* 44.2, p. 171-196. doi : 10.1006/juec.1997.2062.

Epple, D. (1987). « Hedonic Prices and Implicit Markets : Estimating Demand and Supply Functions for Differentiated Products ». In : *Journal of Political Economy* 95.1, p. 59-80. doi : 10.1086/261441.

Eurostat, International Labour Organization, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations Economic Commission for Europe et World Bank (2013). *Handbook on Residential Property Prices Indices (RPPIs)*. Édition 2013 ; coordination Eurostat. Luxembourg : Publications Office of the European Union. doi : 10.2785/34007.

Fallis, G. et L. B. Smith (1985). « Rent Control in Toronto : Tenant Rationing and Tenant Benefits ». In : *Canadian Public Policy / Analyse de Politiques* 11.3, p. 543-557. doi : 10.2307/3550508.

Fellegi, I. P. et A. B. Sunter (1969). « A Theory for Record Linkage ». In : *Journal of the American Statistical Association* 64.328. Appariement probabiliste d'enregistrements (poids de concordance m/u) ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 1183-1210. doi : 10.1080/01621459.1969.10501049. (Consulté le 31 oct. 2026).

Fisher, J. D., D. M. Geltner et R. B. Webb (1994). « Value Indices of Commercial Real Estate : A Comparison of Index Construction Methods ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 9.2, p. 137-164. doi : 10.1007/BF01099972.

Fisher, J. D. et R. S. Martin (2007). *Income Property Valuation*. 3e éd. Chicago : Dearborn Real Estate Education.

Fotheringham, A. S., C. Brunsdon et M. Charlton (2002). *Geographically Weighted Regression : The Analysis of Spatially Varying Relationships*. Compte rendu : O'Sullivan, *Geographical Analysis*, 35(3), 2003, doi:10.1111/j.1538-4632.2003.tb01114.x. Chichester : Wiley.

French, N. et L. Gabrielli (2004). « The Uncertainty of Valuation ». In : *Journal of Property Investment & Finance* 22.6, p. 484-500. doi : 10.1108/14635780410569470.

— (2005). « Discounted Cash Flow : Accounting for Uncertainty ». In : *Journal of Property Investment & Finance* 23.1, p. 75-89. DOI : 10.1108/14635780510575102.

Friedman, J. H. (2001). « Greedy Function Approximation : A Gradient Boosting Machine ». In : *Annals of Statistics* 29.5, p. 1189-1232. DOI : 10.1214/aos/1013203451.

Fuerst, F., P. McAllister, A. Nanda et P. Wyatt (2015). « Does Energy Efficiency Matter to Home-Buyers ? An Investigation of EPC Ratings and Transaction Prices in England ». In : *Energy Economics* 48, p. 145-156. DOI : 10.1016/j.eneco.2014.12.012.

Fuerst, F. et G. Warren-Myers (2018). « Does Voluntary Disclosure Create a Green Lemon Problem ? Energy-Efficiency Ratings and House Prices ». In : *Energy Economics* 74, p. 1-12. DOI : 10.1016/j.eneco.2018.04.041.

Garantie de construction résidentielle (2026a). *Accréditation — Entrepreneur*. Frais d'adhésion de 556,48 $ taxes comprises (non remboursables) ; cautionnement selon la cote qualité et le nombre d'unités (garanties minimales 55 000, 70 000 et 100 000 $) ; frais d'enregistrement des bâtiments non chiffrés sur la page. URL : https://www.garantiegcr.com/fr/entrepreneur/accreditation/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Les protections qui s'appliquent*. Plafonds : acomptes 50 000 $; parachèvement et vices 300 000 $ (unifamiliale), 200 000 $ par logement (duplex à quintuplex, max 1 000 000 $), 3 000 000 $ par projet ou bâtiment en copropriété ; relogement 6 000 $; durées 1, 3 et 5 ans. URL : https://www.garantiegcr.com/fr/acheteur/les-protections-qui-sappliquent/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Plan de garantie des bâtiments résidentiels neufs*. Plan de garantie obligatoire (RLRQ, c. B-1.1, r. 8) ; plafonds : acomptes 50 000 $, 300 000 $ par unifamiliale, 200 000 $ par logement, 3 000 000 $ par bâtiment en copropriété. URL : https://www.garantiegcr.com (consulté le 31 oct. 2026).

Garderen, K. J. van et C. Shah (2002). « Exact Interpretation of Dummy Variables in Semilogarithmic Equations ». In : *The Econometrics Journal* 5.1. Estimateur exact à variance minimale et sa variance ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 149-159. DOI : 10.1111/1368-423X.00078. (Consulté le 31 oct. 2026).

Gau, G. W., T.-Y. Lai et K. Wang (1992). « Optimal Comparable Selection and Weighting in Real Property Valuation : An Extension ». In : *Real Estate Economics* 20.1, p. 107-123. DOI : 10.1111/1540-6229.00574.

Gelfand, A. E., S. K. Ghosh, J. R. Knight et C. F. Sirmans (1998). « Spatio-Temporal Modeling of Residential Sales Data ». In : *Journal of Business & Economic Statistics* 16.3, p. 312-321. DOI : 10.1080/07350015.1998.10524770.

Gelfand, A. E., S. K. Sahu et B. P. Carlin (1995). « Efficient Parametrisations for Normal Linear Mixed Models ». In : *Biometrika* 82.3. Paramétrisation centrée des modèles linéaires mixtes et mélange du Gibbs ; vérifié Crossref, p. 479-488. DOI : 10.1093/biomet/82.3.479. (Consulté le 31 oct. 2026).

Gelfand, A. E. et A. F. M. Smith (1990). « Sampling-Based Approaches to Calculating Marginal Densities ». In : *Journal of the American Statistical Association* 85.410. Échantillonneur de Gibbs comme outil d'inférence bayésienne générale ; vérifié Crossref, p. 398-409. DOI : 10.1080/01621459.1990.10476213. (Consulté le 31 oct. 2026).

Gelman, A. (2006). « Prior Distributions for Variance Parameters in Hierarchical Models (Comment on Article by Browne and Draper) ». In : *Bayesian Analysis* 1.3. A priori sur la variance des groupes :

inverse-gamma $\mathcal{IG}(\epsilon, \epsilon)$ déconseillée, uniforme sur τ ou demi-Cauchy ; vérifié Crossref, p. 515-534. DOI : 10.1214/06-BA117A. (Consulté le 31 oct. 2026).

Gelman, A., J. B. Carlin, H. S. Stern, D. B. Dunson, A. Vehtari et D. B. Rubin (2013). *Bayesian Data Analysis*. 3e éd. Boca Raton : Chapman & Hall/CRC. DOI : 10.1201/b16018.

Gelman, A. et J. Hill (2007). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge : Cambridge University Press. DOI : 10.1017/CBO9780511790942.

Gelman, A. et D. B. Rubin (1992). « Inference from Iterative Simulation Using Multiple Sequences ». In : *Statistical Science* 7.4. Statistique $\hat{R}$ (facteur de réduction d'échelle potentielle) ; vérifié Crossref, p. 457-472. DOI : 10.1214/ss/1177011136. (Consulté le 31 oct. 2026).

Geltner, D. (1993). « Estimating Market Values from Appraised Values without Assuming an Efficient Market ». In : *Journal of Real Estate Research* 8.3, p. 325-345. DOI : 10.1080/10835547.1993.12090713.

Geltner, D. M., N. G. Miller, J. Clayton et P. Eichholtz (2014). *Commercial Real Estate Analysis and Investments*. 3e éd. Achevé d'imprimer 2013, copyright 2014. Mason (Ohio) : OnCourse Learning.

Geman, S. et D. Geman (1984). « Stochastic Relaxation, Gibbs Distributions, and the Bayesian Restoration of Images ». In : *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* PAMI-6.6. Origine de l'échantillonneur de Gibbs ; vérifié Crossref, p. 721-741. DOI : 10.1109/TPAMI.1984.4767596. (Consulté le 31 oct. 2026).

Ghysels, E., A. Plazzi, R. Valkanov et W. Torous (2013). « Forecasting Real Estate Prices ». In : *Handbook of Economic Forecasting*. Sous la dir. de G. Elliott et A. Timmermann. T. 2A. Amsterdam : Elsevier, p. 509-580. DOI : 10.1016/B978-0-444-53683-9.00009-8.

Giles, D. E. A. (1982). « The Interpretation of Dummy Variables in Semilogarithmic Equations ». In : *Economics Letters* 10.1–2. Estimateur sans biais exact de $100[\exp(\beta) - 1]$, prolongement de Kennedy (1981) ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 77-79. DOI : 10.1016/0165-1765(82)90119-7. (Consulté le 31 oct. 2026).

Gillen, K., T. Thibodeau et S. Wachter (2001). « Anisotropic Autocorrelation in House Prices ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 23.1, p. 5-30. DOI : 10.1023/A:1011140022948.

Glaeser, E. L. et J. Gyourko (2005). « Urban Decline and Durable Housing ». In : *Journal of Political Economy* 113.2, p. 345-375. DOI : 10.1086/427465.

Glaeser, E. L., J. Gyourko et A. Saiz (2008). « Housing Supply and Housing Bubbles ». In : *Journal of Urban Economics* 64.2, p. 198-217. DOI : 10.1016/j.jue.2008.07.007.

Glaeser, E. L. et E. F. P. Luttmer (2003). « The Misallocation of Housing Under Rent Control ». In : *American Economic Review* 93.4, p. 1027-1046. DOI : 10.1257/000282803769206188.

Gloudemans, R. J. (1999). *Mass Appraisal of Real Property*. Chicago : International Association of Assessing Officers.

Gloudemans, R. J. et R. Almy (2011). *Fundamentals of Mass Appraisal*. Kansas City (Mo.) : International Association of Assessing Officers.

Goetzmann, W. N. (1992). « The Accuracy of Real Estate Indices : Repeat Sale Estimators ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 5.1, p. 5-53. DOI : 10.1007/BF00153997.

Goodman, A. C. (1998). « Andrew Court and the Invention of Hedonic Price Analysis ». In : *Journal of Urban Economics* 44.2, p. 291-298. DOI : 10.1006/juec.1997.2071.

Goodman, A. C. et T. G. Thibodeau (1998). « Housing Market Segmentation ». In : *Journal of Housing Economics* 7.2, p. 121-143. DOI : 10.1006/jhec.1998.0229.

— (2003). « Housing Market Segmentation and Hedonic Prediction Accuracy ». In : *Journal of Housing Economics* 12.3, p. 181-201. DOI : 10.1016/S1051-1377(03)00031-7.

Goodman-Bacon, A. (2021). « Difference-in-Differences with Variation in Treatment Timing ». In : *Journal of Econometrics* 225.2, p. 254-277. DOI : 10.1016/j.jeconom.2021.03.014.

Gordon, M. J. et E. Shapiro (1956). « Capital Equipment Analysis : The Required Rate of Profit ». In : *Management Science* 3.1, p. 102-110. DOI : 10.1287/mnsc.3.1.102.

Gouvernement du Québec (2021). *Québec adopte un règlement afin d'éliminer le recours au mazout pour le chauffage résidentiel*. Interdictions à compter du 31 décembre 2021 (neuf) et du 31 décembre 2023 (remplacements dans l'existant). URL : https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/quebec-adopte-un-reglement-afin-deliminer-le-recours-au-mazout-pour-le-chauffage-residentiel-36186 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025a). *À propos du Manuel d'évaluation foncière du Québec (MEFQ)*. Dernière mise à jour de la page : 14 juillet 2025. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/information-fonciere/evaluation-fonciere/manuel/a-propos (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025b). *Dès janvier, une nouvelle méthode de calcul plus simple et prévisible pour fixer le coût des loyers*. Communiqué du 17 décembre 2025 ; entrée en vigueur le 1er janvier 2026 des nouvelles dispositions du Règlement sur les critères de fixation de loyer. URL : https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/des-janvier-une-nouvelle-methode-de-calcul-plus-simple-et-previsible-pour-fixer-le-cout-des-loyers-67770 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *À propos de la proportion médiane des rôles d'évaluation foncière*. Dernière mise à jour : 18 mars 2026. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/information-fonciere/evaluation-fonciere/proportions-medianes/a-propos (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Aide financière pour la construction d'une maison homologuée Novoclimat*. Dernière mise à jour : 9 octobre 2026 ; acheteur 2 000 $, premier acheteur 4 000 $, entrepreneur Novoclimat 1 500 $, Novoclimat Sélect 2 500 $. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/chauffage-consommation-energie/aide-financiere-novoclimat/maison/aide-financiere (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Cadre réglementaire pour la gestion des milieux hydriques et des ouvrages de protection contre les inondations*. En vigueur le 1er mars 2026, modifié le 29 juillet 2026 ; page mise à jour le 15 octobre 2026. URL : https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/eau/zones-inondables-mobilite-rives-littoral/cadre-reglementaire (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *Cartographies des zones inondables et des zones de mobilité en vigueur*. Dernière mise à jour : 28 août 2026 ; classes d'intensité très élevée, élevée, modérée et faible (probabilité sur 25 ans croisée avec la profondeur d'eau) ; carte interactive : https://zonesinondables.mrnf.gouv.qc.ca/. URL : https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/eau/zones-inondables-mobilite-rives-littoral/cartographies/en-vigueur (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Chauffage au mazout résidentiel*. Dernière mise à jour : 8 juin 2026 ; résumé du Règlement sur les appareils de chauffage au mazout (texte réglementaire non relu). URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/chauffage-consommation-energie/chauffage-mazout (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026f). *Contribution pour fins de parcs, de terrains de jeux et d'espaces naturels — Guide de la prise de décision en urbanisme*. Dernière mise à jour le 7 octobre 2026 ; LAU art. 117.1 à 117.16.1 ;

plafond de 10 % de la superficie ou de la valeur du site ; valeur établie à la réception de la demande de permis, par le rôle ou par un évaluateur agréé mandaté par la municipalité ; contestation devant le TAQ. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/amenagement-developpement-territoires/amenagement-territoire/guide-prise-decision-urbanisme/financement-maitrise-fonciere/contribution-parcs-terrains-jeux-espaces-naturels (consulté le 31 oct. 2026).

Gouvernement du Québec (2026g). *Droits sur les mutations immobilières*. Mise à jour du 17 février 2026 ; tranches 2026. URL : https://www.quebec.ca/gouvernement/gestion-municipale/finances-fiscalite-municipales/fiscalite/droits-mutations-immobilieres (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026h). *Information foncière — Registre foncier du Québec*. URL : https://mrnf.gouv.qc.ca/information-fonciere/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026i). *Mesures applicables aux copropriétés divises pour les propriétaires et les constructeurs*. Page mise à jour le 22 mai 2026 ; règlement en vigueur le 14 août 2025 ; délai de trois ans et un jour pour le carnet d'entretien et la première étude du fonds de prévoyance. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/achat-vente/condos-coproprietes/mesures-coproprietes (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026j). *Programme pour les résidences endommagées par la pyrrhotite — Volet I : aide financière pour la réalisation de travaux*. Dernière mise à jour : 8 octobre 2026 ; programme terminé le 30 septembre 2026 ; aide de 75 % des coûts admissibles jusqu'à 75 000 $; taux minimal de 0,23 % de pyrrhotite. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/construction-renovation/renovation-residentielle/programme-residences-endommagees-pyrrhotite/programme-pyrrhotite-aide-financiere-realisation-travaux (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026k). *Radon domiciliaire*. Dernière mise à jour : 20 août 2026 ; concentration moyenne dans les sous-sols d'environ 37 Bq/m^3 ; dosimètre passif (3 mois, octobre à avril, environ 50 $). URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/milieu-de-vie-sain/radon-domiciliaire (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026l). *Réaliser des travaux en rive, en littoral ou en zone inondable*. Dernière mise à jour : 14 juillet 2026 ; règles pour une nouvelle résidence, un bâtiment accessoire et une résidence existante selon la classe d'intensité et la zone de mobilité. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/amenagement-developpement-territoires/amenagement-territoire/amenagement-protection-rives-littoral-zones-inondables/realiser-travaux (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026m). *Rénoclimat*. Dernière mise à jour : 13 octobre 2026 ; nouvelles modalités en vigueur depuis le 1er octobre 2026 ; période de transition jusqu'au 31 mars 2027. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/chauffage-consommation-energie/aide-financiere-renovation-ecoenergetique/renoclimat (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026n). *Rénoclimat — Nouveautés : efficacité énergétique et adaptation aux inondations*. Dernière mise à jour : 13 octobre 2026 ; plafonds d'aide (maison / plex) : toit 2 000 / 5 000 $, murs 7 000 / 11 000 $, fondations 2 500 / 3 500 $, fenêtres 4 500 / 6 000 $; volet Adaptation : protection des fondations jusqu'à 35 000 $. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/chauffage-consommation-energie/aide-financiere-renovation-ecoenergetique/renoclimat/nouveautes-adaptation-inondations (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026o). *Trouver la proportion médiane d'un rôle d'évaluation*. Outil de recherche par municipalité, MRC ou communauté métropolitaine ; dernière mise à jour : 18 mars 2026 ; la lettre d'approbation a préséance sur la liste. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/

information-fonciere/evaluation-fonciere/proportions-medianes/trouver-proportion-mediane (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026p). *Utilisation possible du Registre foncier*. Page mise à jour le 3 septembre 2026 ; registre public depuis 1841 ; renvoie à la grille tarifaire. URL : https://www.quebec.ca/habitation-et-logement/information-fonciere/registre-foncier/utilisation-possible (consulté le 31 oct. 2026).

Granger, C. W. J. et R. Ramanathan (1984). « Improved Methods of Combining Forecasts ». In : *Journal of Forecasting* 3.2. Combinaison par régression, poids non contraints ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 197-204. DOI : 10.1002/for.3980030207. (Consulté le 31 oct. 2026).

Green, R. K. (1994). « Optimal Comparable Weighting and Selection : A Comment ». In : *Real Estate Economics* 22.4, p. 647-654. DOI : 10.1111/1540-6229.00653.

Griliches, Z. (1961). « Hedonic Price Indexes for Automobiles : An Econometric Analysis of Quality Change ». In : *The Price Statistics of the Federal Government*. Sous la dir. de Price Statistics Review Committee. New York : National Bureau of Economic Research, p. 173-196. URL : https://www.nber.org/chapters/c6492.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (1971). « Hedonic Price Indexes for Automobiles : An Econometric Analysis of Quality Change ». In : *Price Indexes and Quality Change : Studies in New Methods of Measurement*. Sous la dir. de Z. Griliches. Cambridge (Mass.) : Harvard University Press, p. 55-87. DOI : 10.4159/harvard.9780674592582.c4.

Haan, J. de et W. E. Diewert (2013). « Hedonic Regression Methods ». In : *Handbook on Residential Property Prices Indices (RPPIs)*. DOI de la version diffusée par le FMI ; ouvrage complet : doi:10.2785/34007. Luxembourg : Publications Office of the European Union. Chap. 5. DOI : 10.5089/9789279259845.069.ch005.

Halvorsen, R. et R. Palmquist (1980). « The Interpretation of Dummy Variables in Semilogarithmic Equations ». In : *American Economic Review* 70.3, p. 474-475. URL : https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v70y1980i3p474-75.html (consulté le 31 oct. 2026).

Hampel, F. R. (1974). « The Influence Curve and its Role in Robust Estimation ». In : *Journal of the American Statistical Association* 69.346. Fonction d'influence, point de rupture ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 383-393. DOI : 10.1080/01621459.1974.10482962. (Consulté le 31 oct. 2026).

Harding, J. P., S. S. Rosenthal et C. F. Sirmans (2007). « Depreciation of Housing Capital, Maintenance, and House Price Inflation : Estimates from a Repeat Sales Model ». In : *Journal of Urban Economics* 61.2, p. 193-217. DOI : 10.1016/j.jue.2006.07.007.

Harrison, D. M., G. T. Smersh et A. L. Schwartz (2001). « Environmental Determinants of Housing Prices : The Impact of Flood Zone Status ». In : *Journal of Real Estate Research* 21.1–2, p. 3-20. DOI : 10.1080/10835547.2001.12091045.

Hastie, T., R. Tibshirani et J. Friedman (2009). *The Elements of Statistical Learning : Data Mining, Inference, and Prediction*. 2e éd. Springer Series in Statistics. New York : Springer. DOI : 10.1007/978-0-387-84858-7.

Hendershott, P. H. et B. D. MacGregor (2005). « Investor Rationality : Evidence from U.K. Property Capitalization Rates ». In : *Real Estate Economics* 33.2, p. 299-322. DOI : 10.1111/j.1540-6229.2005.00120.x.

Hill, R. J. (2013). « Hedonic Price Indexes for Residential Housing : A Survey, Evaluation and Taxonomy ». In : *Journal of Economic Surveys* 27.5, p. 879-914. DOI : 10.1111/j.1467-6419.2012.00731.x.

Himmelberg, C., C. Mayer et T. Sinai (2005). « Assessing High House Prices : Bubbles, Fundamentals and Misperceptions ». In : *Journal of Economic Perspectives* 19.4, p. 67-92. doi : 10.1257/089533005775196769.

Hino, M. et M. Burke (2021). « The Effect of Information about Climate Risk on Property Values ». In : *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118.17, e2003374118. doi : 10.1073/pnas.2003374118.

Hoesli, M., E. Jani et A. Bender (2006). « Monte Carlo Simulations for Real Estate Valuation ». In : *Journal of Property Investment & Finance* 24.2, p. 102-122. doi : 10.1108/14635780610655076.

Home Innovation Research Labs (2021). *Square Footage — Method for Calculating : ANSI Z765-2021 (American National Standard for Single-Family Residential Buildings)*. Approuvée le 29 mars 2021 ; norme volontaire ; texte consulté dans une copie diffusée par un service d'inscriptions immobilières (statut : partiellement vérifié ; original non acquis auprès de l'éditeur). American National Standards Institute / Home Innovation Research Labs. Upper Marlboro (MD). url : https://www.mlsnow.com/pdf/ANSIsqft.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Hong, J., H. Choi et W.-s. Kim (2020). « A House Price Valuation Based on the Random Forest Approach : The Mass Appraisal of Residential Property in South Korea ». In : *International Journal of Strategic Property Management* 24.3, p. 140-152. doi : 10.3846/ijspm.2020.11544.

Hubert, L. et P. Arabie (1985). « Comparing Partitions ». In : *Journal of Classification* 2.1. Indice de Rand ajusté utilisé pour comparer segments et secteurs ; vérifié Crossref le 2026-10-31, p. 193-218. doi : 10.1007/BF01908075. (Consulté le 31 oct. 2026).

Hulten, C. R. et F. C. Wykoff (1981). « The Estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices : An Application of the Box-Cox Power Transformation ». In : *Journal of Econometrics* 15.3, p. 367-396. doi : 10.1016/0304-4076(81)90101-9.

Hydro-Québec (2026a). *LogisVert Efficient Homes Program — Residential customers*. Version anglaise consultée (la version française renvoie une erreur 404 au 2026-10-31) ; thermopompe ENERGY STAR 50 $ par 1 000 BTU/h à −8 °C (120 $ climat froid), maximum 6 700 $; bonification multilogements depuis le 15 juin 2026. url : https://www.hydroquebec.com/residential/energy-wise/financial-assistance/logisvert/residential.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Tarifs d'électricité en vigueur le 1er avril 2026*. Section 2.5, structure du tarif D : 46,154 ¢ par jour, 7,065 ¢/kWh jusqu'à 40 kWh par jour, 11,142 ¢/kWh au-delà. Hydro-Québec. url : https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/tarifs-electricite.pdf?v=20261001 (consulté le 31 oct. 2026).

Hyland, M., R. C. Lyons et S. Lyons (2013). « The Value of Domestic Building Energy Efficiency — Evidence from Ireland ». In : *Energy Economics* 40, p. 943-952. doi : 10.1016/j.eneco.2013.07.020.

Imbens, G. W. et D. B. Rubin (2015). *Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences : An Introduction*. New York : Cambridge University Press. doi : 10.1017/CBO9781139025751.

Institut de la statistique du Québec (2026a). *Estimations de la population des municipalités de 25 000 habitants et plus*. Mise à jour du 14 janvier 2026 ; 2025 provisoire ; d'après Statistique Canada, Estimations démographiques annuelles (régions infraprovinciales). ISQ. url : https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/estimations-de-la-population-des-municipalites-de-25-000-habitants-et-plus (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Projections démographiques 2026 : stabilisation de la population maintenue, mais les disparités régionales subsistent*. Communiqué du 9 juillet 2026, scénario Référence 2026 ; RMR 2025-2051. ISQ. url : https://statistique.quebec.ca/fr/communique/projections-

demographiques-2026-stabilisation-population-maintenu-disparites-regionales-subsistent (consulté le 31 oct. 2026).

International Association of Assessing Officers (2013). *Standard on Ratio Studies*. Approuvé en avril 2013 ; table 1-3 (COD, PRD) et § 9.2 (PRB) ; révision en cours de finalisation (page IAAO, octobre 2026) ; copie consultée sur le site de la Georgia Department of Audits. IAAO. Kansas City (MO). URL : https://www.audits2.ga.gov/wp-content/uploads/2024/08/Standard_on_Ratio_Studies.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2018). *Standard on Automated Valuation Models (AVMs)*. Revised, approved July 2018 ; § 7.3.2.1 COD ; seuils renvoyés au Standard on Ratio Studies. IAAO. Kansas City (MO). URL : https://www.iaao.org/wp-content/uploads/Standard_on_Automated_Valuation_Models.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025). *Standard on Mass Appraisal of Real Property*. Revised 2025 (remplace l'édition de 2017). IAAO. Kansas City (MO). URL : https://www.iaao.org/wp-content/uploads/Standard_on_Mass_Appraisal.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

International Association of Certified Home Inspectors (2022). *Home Inspection Standards of Practice*. Last revised October 2022 ; art. 2.1.5 (ne détermine pas la valeur marchande), 2.1.8 (ni l'espérance de vie), 3.1–3.10 (systèmes). URL : https://www.nachi.org/sop.htm (consulté le 31 oct. 2026).

International Society of Appraisers (2026). *USPAP in 2026 : What Appraisers Need to Know*. Source secondaire : confirme que l'édition 2024 de l'USPAP (en vigueur le 1er janvier 2024) demeure en vigueur sans date d'expiration ; site de The Appraisal Foundation inaccessible le 2026-10-31. URL : https://www.isa-appraisers.org/about/blog/details/536/uspap-in-2026-what-appraisers-need-to-know (consulté le 31 oct. 2026).

International Valuation Standards Council (2025). *International Valuation Standards (IVS)*. Publiées le 31 janvier 2024 ; en vigueur le 31 janvier 2025. IVSC. Londres. URL : https://ivsc.org/wp-content/uploads/2024/01/IVS-effective-31-January-2025.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026). *International Valuation Standards (Effective 31st January 2028) — Exposure Draft Red Line*. Projet soumis à consultation, publié en janvier 2026 ; non en vigueur ; entrée en vigueur proposée le 31 janvier 2028. IVSC. Londres. URL : https://ivsc.org/wp-content/uploads/2026/01/IVS_effective-31-January-2028-Exposure-Draft-Red-Line-Final39.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Isakson, H. R. (1986). « The Nearest Neighbors Appraisal Technique : An Alternative to the Adjustment Grid Methods ». In : *Real Estate Economics* 14.2, p. 274-286. DOI : 10.1111/1540-6229.00387.

— (2002). « The Linear Algebra of the Sales Comparison Approach ». In : *Journal of Real Estate Research* 24.2, p. 117-128. DOI : 10.1080/10835547.2002.12091090.

Jackson, T. O. (2001). « The Effects of Environmental Contamination on Real Estate : A Literature Review ». In : *Journal of Real Estate Literature* 9.2, p. 93-116. DOI : 10.1080/10835547.2001.12090100.

JLR (2026a). *Étude JLR — Rapport mensuel sur le marché immobilier au Québec, septembre 2026*. Données du Registre foncier du Québec ; seuil de 30 transactions ; règle de citation « Source : JLR.ca ». Montréal : JLR inc., une société d'Equifax. URL : https://solutions.jlr.ca/hubfs/Etudes_et_rapports/2026-09_Rapport_Mensuel.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Rapport mensuel sur le marché immobilier au Québec — Août 2026*. Prix médians d'après les actes publiés au Registre foncier ; RMR d'Ottawa-Gatineau (partie du Québec). JLR (Equifax). URL :

https://solutions.jlr.ca/hubfs/Etudes_et_rapports/2026-08_Rapport_Mensuel.pdf?hsLang=fr (consulté le 31 oct. 2026).

Kahn, M. E. et N. Kok (2014). « The Capitalization of Green Labels in the California Housing Market ». In : *Regional Science and Urban Economics* 47, p. 25-34. doi : 10.1016/j.regsciurbeco.2013.07.001.

Kauko, T. et M. d'Amato, éd. (2008). *Mass Appraisal Methods : An International Perspective for Property Valuers*. Oxford : Wiley-Blackwell. doi : 10.1002/9781444301021.

Kelejian, H. H. et I. R. Prucha (1998). « A Generalized Spatial Two-Stage Least Squares Procedure for Estimating a Spatial Autoregressive Model with Autoregressive Disturbances ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 17.1, p. 99-121. doi : 10.1023/A:1007707430416.

— (2010). « Specification and Estimation of Spatial Autoregressive Models with Autoregressive and Heteroskedastic Disturbances ». In : *Journal of Econometrics* 157.1, p. 53-67. doi : 10.1016/j.jeconom.2009.10.025.

Kennedy, P. E. (1981). « Estimation with Correctly Interpreted Dummy Variables in Semilogarithmic Equations ». In : *American Economic Review* 71.4, p. 801. url : https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v71y1981i4p801.html (consulté le 31 oct. 2026).

Kestens, Y., M. Thériault et F. Des Rosiers (2006). « Heterogeneity in Hedonic Modelling of House Prices : Looking at Buyers' Household Profiles ». In : *Journal of Geographical Systems* 8.1, p. 61-96. doi : 10.1007/s10109-005-0011-8.

Kholodilin, K. A. (2024). « Rent Control Effects through the Lens of Empirical Research : An Almost Complete Review of the Literature ». In : *Journal of Housing Economics* 63, p. 101983. doi : 10.1016/j.jhe.2024.101983.

Khoshnoud, M., G. S. Sirmans et E. N. Zietz (2023). « The Evolution of Hedonic Pricing Models ». In : *Journal of Real Estate Literature* 31.1, p. 1-47. doi : 10.1080/09277544.2023.2201020.

Kiel, K. A. et K. T. McClain (1995). « House Prices during Siting Decision Stages : The Case of an Incinerator from Rumor through Operation ». In : *Journal of Environmental Economics and Management* 28.2, p. 241-255. doi : 10.1006/jeem.1995.1016.

King, D. (2026). *Teranet–National Bank House Price Index : Canada — Prices remained relatively stable in September*. Publication mensuelle, données de septembre 2026 ; indice de ventes répétées, juin 2005 = 100, 11 RMR ; l'URL est réutilisée chaque mois (archiver le PDF). Montréal : Banque Nationale du Canada, Économie et Stratégie, et Teranet. url : https://www.nbc.ca/content/dam/bnc/taux-analyses/analyse-eco/logement/economic-news-teranet.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Knight, J. R. et C. F. Sirmans (1996). « Depreciation, Maintenance, and Housing Prices ». In : *Journal of Housing Economics* 5.4, p. 369-389. doi : 10.1006/jhec.1996.0019.

Knoll, K., M. Schularick et T. Steger (2017). « No Price Like Home : Global House Prices, 1870–2012 ». In : *American Economic Review* 107.2, p. 331-353. doi : 10.1257/aer.20150501.

Koop, G. (2003). *Bayesian Econometrics*. Chichester : Wiley.

Krause, A. et C. A. Lipscomb (2016). « The Data Preparation Process in Real Estate : Guidance and Review ». In : *Journal of Real Estate Practice and Education* 19.1, p. 15-42. doi : 10.1080/10835547.2016.12091756.

Kuminoff, N. V., C. F. Parmeter et J. C. Pope (2010). « Which Hedonic Models Can We Trust to Recover the Marginal Willingness to Pay for Environmental Amenities ? » In : *Journal of Environmental Economics and Management* 60.3, p. 145-160. doi : 10.1016/j.jeem.2010.06.001.

Kummerow, M. et H. Galfalvy (2002). « Error Trade-offs in Regression Appraisal Methods ». In : *Real Estate Valuation Theory*. Sous la dir. de K. Wang et M. L. Wolverton. T. 8. Research Issues in Real Estate. Boston : Springer, p. 105-131. doi : 10.1007/978-1-4615-0909-7_6.

Lai, T.-Y., K. Vandell, K. Wang et G. Welke (2008). « Estimating Property Values by Replication : An Alternative to the Traditional Grid and Regression Methods ». In : *Journal of Real Estate Research* 30.4, p. 441-460. doi : 10.1080/10835547.2008.12091226.

Lancaster, K. J. (1966). « A New Approach to Consumer Theory ». In : *Journal of Political Economy* 74.2, p. 132-157. doi : 10.1086/259131.

Le Devoir (2026). *Budget Montréal 2026 : les taxes foncières augmenteront de 3,8 % en moyenne*. Article du 12 janvier 2026 (source secondaire) ; mentionne une taxe foncière résidentielle « haussée uniformément de 0,4631 $ par tranche de 100 $ d'évaluation ». url : https://www.ledevoir.com/economie/947379/montreal-hausse-taxes-residentielles-3-8-2026 (consulté le 31 oct. 2026).

Lentz, G. H. et K. Wang (1998). « Residential Appraisal and the Lending Process : A Survey of Issues ». In : *Journal of Real Estate Research* 15.1, p. 11-39. doi : 10.1080/10835547.1998.12090912.

LeSage, J. et R. K. Pace (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Boca Raton : Chapman & Hall/CRC. doi : 10.1201/9781420064254.

Leys, C., C. Ley, O. Klein, P. Bernard et L. Licata (2013). « Detecting Outliers : Do Not Use Standard Deviation around the Mean, Use Absolute Deviation around the Median ». In : *Journal of Experimental Social Psychology* 49.4. Seuils usuels 2,5 / 3 / 3,5 du score robuste ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 764-766. doi : 10.1016/j.jesp.2013.03.013. (Consulté le 31 oct. 2026).

Linden, L. et J. E. Rockoff (2008). « Estimates of the Impact of Crime Risk on Property Values from Megan's Laws ». In : *American Economic Review* 98.3, p. 1103-1127. doi : 10.1257/aer.98.3.1103.

Lindgren, F., H. Rue et J. Lindström (2011). « An Explicit Link between Gaussian Fields and Gaussian Markov Random Fields : The Stochastic Partial Differential Equation Approach ». In : *Journal of the Royal Statistical Society : Series B (Statistical Methodology)* 73.4, p. 423-498. doi : 10.1111/j.1467-9868.2011.00777.x.

Little, J. D. C. (1961). « A Proof for the Queuing Formula : $L = \lambda W$ ». In : *Operations Research* 9.3. Relation stock = flux × durée appliquée à l'inventaire (équation (15.4)) ; vérifié Crossref le 2026-10-31, p. 383-387. doi : 10.1287/opre.9.3.383. (Consulté le 31 oct. 2026).

Lundberg, S. M. et S.-I. Lee (2017). « A Unified Approach to Interpreting Model Predictions ». In : *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)*. Sous la dir. d'I. Guyon, U. Von Luxburg, S. Bengio, H. Wallach, R. Fergus, S. Vishwanathan et R. Garnett. Curran Associates, p. 4765-4774. url : https://proceedings.neurips.cc/paper/2017/hash/8a20a8621978632d76c43dfd28b67767-Abstract.html (consulté le 31 oct. 2026).

Lundberg, S. M. et al. (2020). « From Local Explanations to Global Understanding with Explainable AI for Trees ». In : *Nature Machine Intelligence* 2.1, p. 56-67. doi : 10.1038/s42256-019-0138-9.

Malpezzi, S. (2003). « Hedonic Pricing Models : A Selective and Applied Review ». In : *Housing Economics and Public Policy : Essays in Honour of Duncan Maclennan*. Sous la dir. de T. O'Sullivan et K. Gibb. Oxford : Blackwell Science, p. 67-89. doi : 10.1002/9780470690680.ch5.

Malpezzi, S., L. Ozanne et T. G. Thibodeau (1987). « Microeconomic Estimates of Housing Depreciation ». In : *Land Economics* 63.4, p. 372-385. doi : 10.2307/3146294.

Manuel d'évaluation foncière du Québec (2026). Édition 2026. Applicable aux rôles entrant en vigueur le 1er janvier 2027 ; mise à jour publiée à la Gazette officielle du Québec, partie 1, 11 juillet 2026,

p. 582 ; cinq parties (PDF librement téléchargeables, droit d'auteur du gouvernement du Québec, sans licence ouverte). Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/information-fonciere/evaluation-fonciere/manuel/consulter (consulté le 31 oct. 2026).

Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 2 : Fichiers permanents (2A Fichier des mutations immobilières, 2B Système d'information géographique, 2C Dossiers de propriété, 2D Fichier des unités de voisinage) (2026). Édition 2026. PDF, 21 Mo ; normes de mesurage des bâtiments résidentiels : partie 2C, chapitre 4, bloc *07 (aire au sol, périmètre au sol, aire des étages, périmètre des étages), p. 2C-53 à 2C-54. Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. URL : https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications/evaluation_fonciere/manuel_evaluation_fonciere/2026/MEFQ_partie_2_2026.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Manuel d'évaluation foncière du Québec — Partie 3 : Processus d'évaluation (3A Taux de variation du marché, 3B Équilibration, 3C Comparaison, 3D Revenu, 3E Coût, 3F Conciliation) (2026). Édition 2026. PDF, 22 Mo ; barèmes de coûts unitaires à la partie 3E, chapitres 2 à 5. Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. URL : https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications/evaluation_fonciere/manuel_evaluation_fonciere/2026/MEFQ_partie_3_2026.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Markowitz, H. (1952). « Portfolio Selection ». In : *The Journal of Finance* 7.1. Frontière moyenne-variance (eq. 48.frontiere) ; vérifié Crossref 2026-10-31 (la notice Crossref ne donne que la page de début, 77 ; pagination 77-91 selon la revue), p. 77-91. DOI : 10.2307/2975974. (Consulté le 31 oct. 2026).

Marshall & Swift (2025). *Residential Cost Handbook*. CoreLogic.

Mayer, M., S. C. Bourassa, M. Hoesli et D. Scognamiglio (2019). « Estimation and Updating Methods for Hedonic Valuation ». In : *Journal of European Real Estate Research* 12.1, p. 134-150. DOI : 10.1108/JERER-08-2018-0035.

McCluskey, W. J., M. McCord, P. T. Davis, M. Haran et D. McIlhatton (2013). « Prediction Accuracy in Mass Appraisal : A Comparison of Modern Approaches ». In : *Journal of Property Research* 30.4, p. 239-265. DOI : 10.1080/09599916.2013.781204.

McElreath, R. (2020). *Statistical Rethinking : A Bayesian Course with Examples in R and Stan*. 2e éd. Boca Raton : Chapman & Hall/CRC. DOI : 10.1201/9780429029608.

McKay, M. D., R. J. Beckman et W. J. Conover (1979). « Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables in the Analysis of Output from a Computer Code ». In : *Technometrics* 21.2. Référence fondatrice de l'échantillonnage par hypercube latin ; métadonnées vérifiées via Crossref (page éditeur inaccessible, HTTP 403), p. 239-245. DOI : 10.1080/00401706.1979.10489755. (Consulté le 31 oct. 2026).

McMillen, D. et A. O'Sullivan (2013). « Option Value and the Price of Teardown Properties ». In : *Journal of Urban Economics* 74, p. 71-82. DOI : 10.1016/j.jue.2012.09.004.

Mills, E. S. (1967). « An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area ». In : *American Economic Review* 57.2. Papers and Proceedings, p. 197-210. URL : https://www.jstor.org/stable/1821621 (consulté le 31 oct. 2026).

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (2025). *Fin de l'aide financière pour la conversion des équipements au mazout ou au propane*. Communiqué du 10 juillet 2025 ; programme Chauffez vert terminé le 31 mars 2026. URL : https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/fin-de-laide-

financiere-pour-la-conversion-des-equipements-au-mazout-ou-au-propane-64190 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026). *Répertoire des terrains contaminés*. Inscription généralement lorsque la contamination excède le critère B du Guide d'intervention ; « Il ne s'agit pas d'un inventaire exhaustif ». URL : https://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp (consulté le 31 oct. 2026).

Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (2022a). *Répertoire des renseignements prescrits du rôle d'évaluation foncière en format ouvert*. Version 2.5, PDF, 18 mai 2022 ; accompagné du Guide sur les données du rôle d'évaluation foncière en format ouvert (27 juin 2022). URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/061c8cb7-ca4e-45be-a990-61fce7e7d2dc/resource/427a72a7-f34c-495b-aa23-9de71a84a066/download/repertoire-des-renseignements-prescrits-du-role-devaluation-fonciere-version-2.5.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2022b). *Structure du Manuel d'évaluation foncière du Québec*. PDF, 80 Ko, créé le 21 juillet 2022 ; cinq parties et vingt sous-parties (1A à 5D). URL : https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications/evaluation_fonciere/manuel_evaluation_fonciere/2022/structure_MEFQ.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Rôle d'évaluation foncière du Québec*. Jeu de données Données Québec, licence Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY 4.0) ; 1 140 fichiers XML (un par municipalité), versions géoréférencées FGDB/GPKG/GeoJSON ; cadastre, noms et adresses postales des propriétaires caviardés ; métadonnées modifiées le 2026-08-24. URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/roles-d-evaluation-fonciere-du-quebec (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Rôle d'évaluation foncière du Québec (données ouvertes)*. Licence CC BY 4.0 ; 1 140 fichiers XML (rôles 2026), index par municipalité, répertoire des renseignements prescrits (version 2.5) et guide des données en format ouvert ; noms et adresses des propriétaires caviardés. Données Québec. URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/roles-d-evaluation-fonciere-du-quebec (consulté le 31 oct. 2026).

Ministère des Finances Canada (2024). *Delivering the Boldest Mortgage Reforms in Decades*. Document d'information du 24 septembre 2024 ; mesures en vigueur le 15 décembre 2024 : plafond du prix assurable 1,5 M$, mise de fonds 5 %/10 %, amortissement de 30 ans pour les premiers acheteurs et les constructions neuves. URL : https://www.canada.ca/en/department-finance/news/2024/09/delivering-the-boldest-mortgage-reforms-in-decades.html (consulté le 31 oct. 2026).

Ministère des Finances du Canada (2023). *Statement by the Deputy Prime Minister and Minister of Finance on the Canadian housing market*. Taux admissible minimal des prêts assurés : le plus élevé du taux du contrat + 2 % et de 5,25 %. URL : https://www.canada.ca/en/department-finance/news/2023/12/statement-by-the-deputy-prime-minister-and-minister-of-finance-on-the-canadian-housing-market.html (consulté le 31 oct. 2026).

Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (2026a). *Adresses Québec*. Géobase routière couvrant tout le Québec (odonymes officiels, adresses par tranches et par points, codes postaux, service Web d'adresses AQgéobâti, service REST de géocodage) ; licence CC BY 4.0 ; métadonnées modifiées le 2026-09-29 ; la gamme est en transition vers le Référentiel québécois des adresses et le Référentiel québécois du transport terrestre jusqu'à la fin de 2026 (fiche lue par l'API CKAN le 2026-10-31). Données Québec. URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/adresses-quebec (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Référentiel québécois des adresses*. Ensemble des adresses municipales du Québec avec numéro, suffixe, unité, odonyme, municipalité, code postal, usage principal, dates et coordonnées ;

mise à jour mensuelle ; licence CC BY 4.0 ; métadonnées modifiées le 2026-10-15 ; produit en collaboration avec Élections Québec, le MAMH et le MTMD (fiche lue par l'API CKAN le 2026-10-31). Données Québec. URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/referentiel-quebecois-des-adresses (consulté le 31 oct. 2026).

Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (2026c). *Sommaire — Tarification des produits et services du Registre foncier et du cadastre*. Grille « janvier 2026 » : p. 1 en vigueur à compter du 1er avril 2025 (mise à jour 26 mars 2025 ; consultation 1 $ par document, inscription 142 $, radiation 162 $, état certifié 16 $) ; p. 2 copies de documents cadastraux en vigueur le 1er janvier 2026. URL : https://portail-info.foncier.gouv.qc.ca/media/40hfdqo0/grille_tarifaire_janvier_2026.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Ministre de l'Éducation (2025). *Avis — Taux de taxe scolaire et taux d'intérêt applicable aux taxes scolaires exigibles pour l'année scolaire 2025-2026*. Gazette officielle du Québec, partie 2, 15 juin 2025, 157e année, no 24A, p. 3121A ; taux de 0,08423 $ par 100 $ d'évaluation uniformisée ajustée ; intérêt 8 % ; signé Bernard Drainville (copie diffusée par le CSS des Chênes et le CSS du Chemin-du-Roy). URL : https://csscdr.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2025/07/taux-taxe-2025-2026.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Molnar, C. (2025). *Interpretable Machine Learning : A Guide for Making Black Box Models Explainable*. 3e éd. Christoph Molnar (auto-édition). URL : https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/ (consulté le 31 oct. 2026).

Mullainathan, S. et J. Spiess (2017). « Machine Learning : An Applied Econometric Approach ». In : *Journal of Economic Perspectives* 31.2, p. 87-106. DOI : 10.1257/jep.31.2.87.

Munneke, H. J. (1996). « Redevelopment Decisions for Commercial and Industrial Properties ». In : *Journal of Urban Economics* 39.2, p. 229-253. DOI : 10.1006/juec.1996.0013.

Munneke, H. J. et K. S. Womack (2020). « Valuing the Redevelopment Option Component of Urban Land Values ». In : *Real Estate Economics* 48.1, p. 294-338. DOI : 10.1111/1540-6229.12192.

Muth, R. F. (1969). *Cities and Housing : The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use*. Notice Open Library ; comptes rendus : Davies et al., *Environment and Planning A*, 1970 (doi:10.1068/a020477) ; Termote, *Recherches économiques de Louvain*, 1971. Chicago : University of Chicago Press.

Northcraft, G. B. et M. A. Neale (1987). « Experts, Amateurs, and Real Estate : An Anchoring-and-Adjustment Perspective on Property Pricing Decisions ». In : *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 39.1, p. 84-97. DOI : 10.1016/0749-5978(87)90046-X.

Oates, W. E. (1969). « The Effects of Property Taxes and Local Public Spending on Property Values : An Empirical Study of Tax Capitalization and the Tiebout Hypothesis ». In : *Journal of Political Economy* 77.6. Métadonnées confirmées par Crossref le 2026-10-31, p. 957-971. DOI : 10.1086/259584.

Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec (2026). *Certificat de localisation*. Page consultée le 31 octobre 2026 ; rapport et plan ; un créancier ou un notaire peut exiger un certificat à jour lors de la vente ; le vendeur paie habituellement. URL : https://oagq.qc.ca/services/certificat-de-localisation (consulté le 31 oct. 2026).

Ordre des évaluateurs agréés du Québec (2024). *Normes de pratique professionnelle*. En vigueur depuis le 1er février 2024 ; PDF daté du 24 mars 2025. OEAQ. Montréal. URL : https://oeaq.qc.ca/wp-content/uploads/2025/03/NPP-24-mars-2025.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025). *Rapport annuel 2024-2025*. Exercice clos le 31 mars 2025 ; 1 188 membres inscrits au tableau (section 5, p. 59–61). Montréal : OEAQ. URL : https://oeaq.qc.ca/wp-content/uploads/2025/09/OEAQ-rapport_annuel_24-25_vf.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Comment devenir évaluateur agréé*. Trois diplômes reconnus (UQAM, Université Laval, UQO) ; stage de 48 semaines ; examen d'admission annuel. URL : https://oeaq.qc.ca/devenir-evaluateur/comment-devenir-evaluateur/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Normes de pratique professionnelle*. Page de référence des NPP et de leurs annexes A à F ; PDF des NPP daté du 24 mars 2025, « en vigueur depuis le 1er février 2024 ». URL : https://oeaq.qc.ca/actualites-et-publications/normes-pratique-professionnelle/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Réglementation de l'Ordre*. URL : https://oeaq.qc.ca/lordre/reglements/ (consulté le 31 oct. 2026).

Organisme d'autoréglementation du courtage immobilier du Québec (2022a). *Déclarations du vendeur sur l'immeuble — Immeuble principalement résidentiel de moins de 5 logements excluant la copropriété divise (formulaire obligatoire DV)*. Version V24 (06/2022), 13 p. ; obligatoire depuis juillet 2012 ; sections D1 à D15. URL : https://www.oaciq.com/media/badfjazf/declarations-vendeur.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2022b). *Promesse d'achat — Immeuble principalement résidentiel de moins de 5 logements excluant la copropriété (formulaire obligatoire PA)*. Version V29 (06/2022), 11 p. ; clauses 7.1 (visite), 8 (inspection), 12.1 (garantie légale), 13.1 (annexe DV). URL : https://www.oaciq.com/media/qqlnugz4/promesse-achat-residentiel.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026). *Contexte d'utilisation du formulaire obligatoire Déclarations du vendeur sur l'immeuble*. DV obligatoire depuis juillet 2012 ; DVD pour la copropriété divise ; fondement : art. 129.1-129.2 de la Loi sur le courtage immobilier et art. 46.11 du Règlement C-73.2, r. 1 ; page consultée par extraction (site protégé). URL : https://www.oaciq.com/fr/titulaires-de-permis/formulaires-de-courtage/contexte-utilisation-du-formulaire-obligatoire-declarations-du-vendeur-immeuble (consulté le 31 oct. 2026).

Ortega, F. et S. Taşpinar (2018). « Rising Sea Levels and Sinking Property Values : Hurricane Sandy and New York's Housing Market ». In : *Journal of Urban Economics* 106, p. 81-100. DOI : 10.1016/j.jue.2018.06.005.

Pace, R. K. (1998a). « Appraisal Using Generalized Additive Models ». In : *Journal of Real Estate Research* 15.1, p. 77-99. DOI : 10.1080/10835547.1998.12090916.

— (1998b). « Total Grid Estimation ». In : *Journal of Real Estate Research* 15.1, p. 101-114. DOI : 10.1080/10835547.1998.12090914.

Pace, R. K., R. Barry, J. M. Clapp et M. Rodriquez (1998a). « Spatiotemporal Autoregressive Models of Neighborhood Effects ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 17.1. Orthographe « Rodriquez » telle que publiée, p. 15-33. DOI : 10.1023/A:1007799028599.

Pace, R. K., R. Barry et C. F. Sirmans (1998b). « Spatial Statistics and Real Estate ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 17.1, p. 5-13. DOI : 10.1023/A:1007783811760.

Pace, R. K. et D. Hayunga (2020). « Examining the Information Content of Residuals from Hedonic and Spatial Models Using Trees and Forests ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 60.1–2, p. 170-180. DOI : 10.1007/s11146-019-09724-w.

Pagourtzi, E., V. Assimakopoulos, T. Hatzichristos et N. French (2003). « Real Estate Appraisal : A Review of Valuation Methods ». In : *Journal of Property Investment & Finance* 21.4, p. 383-401. DOI : 10.1108/14635780310483656.

Patterson, J. (2024). *Jour du déménagement au Québec*. Article du 23 avril 2024, consulté le 31 octobre 2026 ; origine du 1er mai sous le régime seigneurial, loi de 1973 abolissant la date légale de fin des baux, baux prolongés au 30 juin 1974 ; source secondaire. L'Encyclopédie canadienne

(Historica Canada). URL : https://thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/jour-du-demenagement-au-quebec (consulté le 31 oct. 2026).

Plazzi, A., W. Torous et R. Valkanov (2010). « Expected Returns and Expected Growth in Rents of Commercial Real Estate ». In : *Review of Financial Studies* 23.9, p. 3469-3519. DOI : 10.1093/rfs/hhq069.

Poterba, J. M. (1984). « Tax Subsidies to Owner-Occupied Housing : An Asset-Market Approach ». In : *Quarterly Journal of Economics* 99.4, p. 729-752. DOI : 10.2307/1883123.

Pyhrr, S. A. (1973). « A Computer Simulation Model to Measure the Risk in Real Estate Investment ». In : *Real Estate Economics* 1.1. Alors *AREUEA Journal*, p. 48-78. DOI : 10.1111/1540-6229.00103.

Québec (1964a). *Loi sur le cadastre*. RLRQ, c. C-1 ; à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/C-1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1964b). *Loi sur les bureaux de la publicité des droits*. RLRQ, c. B-9 ; à jour au 15 octobre 2026 ; annexe I : tarif des droits relatifs à la publicité foncière. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/B-9 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1968). *Loi sur les relations du travail, la formation professionnelle et la gestion de la main-d'œuvre dans l'industrie de la construction*. RLRQ, c. R-20. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/R-20.

— (1972). *Loi sur la qualité de l'environnement*. RLRQ, c. Q-2 ; texte à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/Q-2 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1973a). *Code des professions*. RLRQ, c. C-26 ; texte à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/C-26 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1973b). *Loi sur les arpenteurs-géomètres*. RLRQ, c. A-23 ; à jour au 15 octobre 2026 ; art. 34 : exercice de la profession (certificats de localisation, calculs de superficies, méthode photogrammétrique). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/A-23 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1976). *Loi concernant les droits sur les mutations immobilières*. RLRQ, c. D-15.1 ; tranches indexées annuellement (art. 2.1) ; texte à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/D-15.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1978). *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*. RLRQ, c. P-41.1 ; texte à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/P-41.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1979a). *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*. RLRQ, c. A-19.1 ; texte à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/A-19.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1979b). *Loi sur la fiscalité municipale*. RLRQ, c. F-2.1 ; texte à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/F-2.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1985a). *Loi favorisant la réforme du cadastre québécois*. RLRQ, c. R-3.1 ; L.Q. 1985, c. 22 ; à jour au 15 octobre 2026 ; art. 1 : le ministre est chargé « de procéder à la rénovation cadastrale du territoire » et « d'assurer la mise à jour régulière des plans cadastraux » ; art. 8.1 : honoraires de l'Officier de la publicité foncière indexés chaque 1er avril. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/R-3.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1985b). *Loi sur le bâtiment*. RLRQ, c. B-1.1 ; à jour au 15 octobre 2026 ; art. 46 (licence), 49 (exemptions), 77 à 83 (plan de garantie). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/B-1.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1985c). *Règlement sur les critères de fixation de loyer*. RLRQ, c. T-15.01, r. 2 ; à jour au 1er juillet 2026 ; modifié par D. 1455-2025 (en vigueur le 1er janvier 2026 : six critères, pourcentage de base fondé sur l'IPC moyen de trois ans, 5 % des dépenses d'immobilisation, annexe I). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/T-15.01,%20r.%202 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1988). *Loi sur l'instruction publique*. RLRQ, c. I-13.3 ; art. 302 à 303.7 et 313 (taxe scolaire) ; à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/I-13.3 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1991). *Code civil du Québec*. RLRQ, c. CCQ-1991 ; texte à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/ccq-1991 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1993a). *Règlement sur la proportion médiane du rôle d'évaluation foncière*. RLRQ, c. F-2.1, r. 10 ; à jour au 1er juillet 2026 (modifié par A.M. 2025-03-26). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/F-2.1,%20r.%2010 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1993b). *Règlement sur la publicité foncière*. RLRQ, c. CCQ, r. 6 ; à jour au 1er juillet 2026 ; art. 4-5 : contenu de la fiche immobilière de l'index des immeubles. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/CCQ,%20r.%206 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1994). *Règlement sur le rôle d'évaluation foncière*. RLRQ, c. F-2.1, r. 13 ; à jour au 1er juillet 2026 (dernière modification : A.M. 2026-02-20, (2026) G.O. 2, 1061). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/F-2.1,%20r.%2013 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1996). *Règlement sur les formulaires de bail obligatoires et sur les mentions de l'avis au nouveau locataire*. RLRQ, c. T-15.01, r. 3 ; à jour au 1er juillet 2026 ; modifié par D. 1453-2025 (nouveaux formulaires, prix 2,99 $; anciens formulaires utilisables un an à compter du 1er janvier 2026). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/T-15.01,%20r.%203 (consulté le 31 oct. 2026).

— (1998). *Règlement sur le plan de garantie des bâtiments résidentiels neufs*. RLRQ, c. B-1.1, r. 8 ; à jour au 1er juillet 2026 ; plafonds : art. 13 (unifamiliale), 14 (multifamilial), 30 (copropriété divise) ; durées : art. 10 et 27. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/B-1.1,%20r.%208 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2000). *Code de déontologie des évaluateurs agréés*. RLRQ, c. C-26, r. 123 (D. 1282-2000) ; texte à jour au 1er juillet 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/C-26,%20r.%20123 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2002). *Règlement sur la norme de pratique relative au certificat de localisation*. RLRQ, c. A-23, r. 10 ; D. 1058-2002, (2002) G.O. 2, 6370 ; pris en vertu de la Loi sur les arpenteurs-géomètres (c. A-23, a. 49) ; à jour au 1er juillet 2026 ; art. 2 (définition : document en minute comportant un rapport et un plan), art. 9 (23 éléments vérifiés au rapport), art. 10 (partie privative de copropriété divise), art. 13-14 (contenu du plan) ; aucune durée de validité prévue. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/A-23,%20r.%2010 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2003). *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*. RLRQ, c. Q-2, r. 37 ; à jour au 1er juillet 2026 ; valeurs limites : annexe I (usages résidentiels et autres) et annexe II (usages industriels, commerciaux, institutionnels). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2037 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2008). *Loi sur le courtage immobilier*. RLRQ, c. C-73.2 ; à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/C-73.2 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2010). *Règlement sur les conditions d'exercice d'une opération de courtage, sur la déontologie des courtiers et sur la publicité*. RLRQ, c. C-73.2, r. 1 ; à jour au 1er juillet 2026 ; art. 5, 11, 46.1-46.12, 82, 84, 85,

118. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/C-73.2,%20r.%201 (consulté le 31 oct. 2026).

Québec (2018). *Loi visant principalement à améliorer l'encadrement du secteur financier, la protection des dépôts d'argent et le régime de fonctionnement des institutions financières (projet de loi n^o 141)*. L.Q. 2018, c. 23 ; sanctionnée le 13 juin 2018 ; art. 814 : en vigueur le 13 juillet 2018 sauf exceptions ; art. 637-645 modifient le régime d'assurance des copropriétés divises (C.c.Q., art. 1064.1, 1070, 1071.1, 1072, 1073-1075, 1078). URL : https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fileadmin/Fichiers_client/lois_et_reglements/LoisAnnuelles/fr/2018/2018C23F.PDF (consulté le 31 oct. 2026).

— (2019). *Loi visant principalement l'encadrement des inspections en bâtiment et de la copropriété divise, le remplacement de la dénomination de la Régie du logement et l'amélioration de ses règles de fonctionnement et modifiant la Loi sur la Société d'habitation du Québec et diverses dispositions législatives concernant le domaine municipal (projet de loi n^o 16)*. L.Q. 2019, c. 28 ; sanctionnée le 11 décembre 2019 ; en vigueur le 10 janvier 2020 sauf exceptions (art. 165) ; les art. 1068.1 et 1070.2 C.c.Q. sont entrés en vigueur avec le premier règlement (D. 991-2025, 14 août 2025). URL : https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fileadmin/Fichiers_client/lois_et_reglements/LoisAnnuelles/fr/2019/2019C28F.PDF (consulté le 31 oct. 2026).

— (2020a). *Loi sur le Tribunal administratif du logement*. RLRQ, c. T-15.01 ; anciennement Loi sur la Régie du logement (1979, c. 48), renommée par 2019, c. 28 ; texte à jour au 15 octobre 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/T-15.01 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2020b). *Règlement établissant diverses mesures en matière d'assurance des copropriétés divises*. RLRQ, c. CCQ, r. 4.1 ; D. 442-2020, (2020) 152 G.O. 2, 1325 ; à jour au 1er juillet 2026 ; art. 1 en vigueur le 15 octobre 2020, art. 3-4 le 15 avril 2021, art. 2 le 15 avril 2022. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/CCQ,%20r.%204.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2022). *Code de construction du Québec, chapitre I — Bâtiment*. RLRQ, c. B-1.1, r. 2 ; chapitre I fondé sur le CNB 2020 modifié Québec (17 avril 2025), période de transition prolongée jusqu'au 17 octobre 2027. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/B-1.1,%20r.%202 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2023a). *Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions*. LQ 2023, c. 12 (projet de loi n^o 16) ; sanctionnée le 1er juin 2023 ; Gazette officielle du Québec, partie 2, 5 juillet 2023 ; titre vérifié par extraits (PDF non ouvert). URL : https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fileadmin/gazette/pdf_encrypte/lois_reglements/2023F/80122.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2023b). *Règlement sur la formation continue obligatoire des évaluateurs agréés du Québec*. RLRQ, c. C-26, r. 127.1 ; texte à jour au 1er juillet 2026 (année d'entrée en vigueur à confirmer). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/C-26,%20r.%20127.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2024a). *Loi limitant le droit d'éviction des locateurs et renforçant la protection des locataires aînés (projet de loi n^o 65)*. L.Q. 2024, c. 23 ; sanctionnée le 6 juin 2024 ; moratoire sur les évictions de l'art. 1959 C.c.Q. jusqu'au 6 juin 2027 (art. 1) ; Gazette officielle du Québec, Partie 2, 10 juillet 2024, 156e année, n^o 28, p. 4917-4921. URL : https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fileadmin/gazette/pdf_encrypte/lois_reglements/2024F/83591.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2024b). *Loi modifiant diverses dispositions législatives en matière d'habitation (projet de loi n^o 31)*. L.Q. 2024, c. 2 ; sanctionnée le 21 février 2024 ; en vigueur le 21 février 2024 sauf exceptions (art. 97) ; Gazette officielle du Québec, Partie 2, 24 avril 2024, 156e année, n^o 17, p. 2133 et s.

URL : https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fileadmin/gazette/pdf_encrypte/lois_reglements/2024F/83195.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025a). *Règlement établissant diverses règles en matière de copropriété divise*. RLRQ, c. CCQ, r. 8.01 ; D. 991-2025 du 16 juillet 2025, (2025) 157 G.O. 2, 4643 ; en vigueur le 14 août 2025 ; à jour au 1er juillet 2026 ; carnet d'entretien, étude du fonds de prévoyance, attestation du syndicat, acomptes. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/CCQ,%20r.%208.01 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025b). *Règlement modifiant le Règlement sur les critères de fixation de loyer (décret 1455-2025, 3 décembre 2025)*. Gazette officielle du Québec, Partie 2, 17 décembre 2025, 157e année, no 51, p. 6890-6893 ; en vigueur le 1er janvier 2026 (art. 8) ; disposition transitoire (art. 6) pour les avis donnés avant le 1er janvier 2026. URL : https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fileadmin/gazette/pdf_encrypte/lois_reglements/2025F/86904.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Code de sécurité*. RLRQ, c. B-1.1, r. 3 ; à jour au 1er juillet 2026 ; titre vérifié, texte non dépouillé. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/B-1.1,%20r.%203 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Loi modernisant la Loi sur les coopératives et modifiant d'autres dispositions (projet de loi no 111)*. L.Q. 2026, c. 1 ; sanctionnée le 24 février 2026 ; en vigueur le 24 février 2026 (art. 172) ; art. 152 modifie l'art. 1955 C.c.Q. (suppression de « à l'un de ses membres »). URL : https://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fileadmin/Fichiers_client/lois_et_reglements/LoisAnnuelles/fr/2026/2026C1F.PDF (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement*. RLRQ, c. Q-2, r. 17.1 ; à jour au 1er juillet 2026 ; titre et numéro vérifiés, texte non dépouillé. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2017.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *Règlement sur l'encadrement d'activités sous la responsabilité des municipalités*. Version administrative publiée par le MELCCFP, modifications du 29 juillet 2026 ; en vigueur depuis le 1er mars 2026 ; art. 83 (reconstruction d'un bâtiment résidentiel dans le littoral) et 85 (rive). URL : https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/lois-reglements/version-administrative/rmun-2026-07-29-responsabilite-municipalites-va.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Règlement sur la forme et le contenu minimal de divers documents relatifs à la fiscalité municipale*. RLRQ, c. F-2.1, r. 6.1 ; titre vérifié le 2026-10-31, contenu non dépouillé. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/F-2.1,%20r.%206.1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026f). *Règlement sur la tenue des dossiers et des cabinets de consultation et sur la cessation d'exercice des membres de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec*. RLRQ, c. C-26, r. 133 ; texte à jour au 1er juillet 2026 (LégisQuébec). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/C-26,%20r.%20133 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026g). *Règlement sur le comité d'inspection professionnelle de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec*. RLRQ, c. C-26, r. 124 ; texte à jour au 1er juillet 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/C-26,%20r.%20124 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026h). *Règlement sur les activités dans des milieux humides, hydriques et sensibles*. RLRQ, c. Q-2, r. 0.1 ; version administrative intégrant les modifications du 29 juillet 2026 ; titre et numéro vérifiés, texte non dépouillé. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%200.1 (consulté le 31 oct. 2026).

Québec (2026i). *Règlement sur les conditions et modalités de délivrance des permis de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec*. RLRQ, c. C-26, r. 126 (D. 51-2000) ; texte à jour au 1er juillet 2026 ; stage de 48 semaines (art. 8), examen annuel (art. 23). URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/C-26,%20r.%20126 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026j). *Règlement sur les normes d'équivalence de diplôme et de formation aux fins de la délivrance d'un permis de l'Ordre des évaluateurs agréés du Québec*. RLRQ, c. C-26, r. 129 ; texte à jour au 1er juillet 2026. URL : https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/C-26,%20r.%20129 (consulté le 31 oct. 2026).

Quigg, L. (1993). « Empirical Testing of Real Option-Pricing Models ». In : *Journal of Finance* 48.2, p. 621-640. DOI : 10.1111/j.1540-6261.1993.tb04730.x.

Quigley, J. M. (1995). « A Simple Hybrid Model for Estimating Real Estate Price Indexes ». In : *Journal of Housing Economics* 4.1, p. 1-12. DOI : 10.1006/jhec.1995.1001.

Ratcliffe, J. H. (2001). « On the Accuracy of TIGER-Type Geocoded Address Data in Relation to Cadastral and Census Areal Units ». In : *International Journal of Geographical Information Science* 15.5, p. 473-485. DOI : 10.1080/13658810110047221.

Rattermann, M. R. (2020). *The Student Handbook to The Appraisal of Real Estate*. 15e éd. Chicago : Appraisal Institute.

Régie de l'énergie (2026). *La Régie de l'énergie estime la hausse tarifaire moyenne à 3,2 % pour l'ensemble de la clientèle d'Hydro-Québec à compter du 1er avril 2026*. Communiqué du 16 mars 2026, décision D-2026-033 ; clientèle domestique : 3,0 % (2026), 3,0 % (2027), 2,6 % (2028). Régie de l'énergie. URL : https://www.regie-energie.qc.ca/storage/app/media/la-regie/publications-documentations-conference-colloques/communiques-de-presse/2026/cp-20260316-hqd.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Régie du bâtiment du Québec (2026a). *Dépôt d'ocre*. Page consultée le 31 octobre 2026 (aucune date de mise à jour affichée) ; mécanismes chimique et biologique de l'ocre ferreuse, sols à risque, cheminées de nettoyage. URL : https://www.rbq.gouv.qc.ca/vous-etes/citoyen/problemes-avec-votre-residence/depot-docre (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Dépôt d'ocre*. Signes, origine chimique et biologique, conséquences et solutions ; page sans date de mise à jour. URL : https://www.rbq.gouv.qc.ca/vous-etes/citoyen/problemes-avec-votre-residence/depot-docre (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Équipements pétroliers — Équipements pétroliers visés ; Lois et règlements*. Pages consultées le 31 octobre 2026 ; chapitre VIII du Code de construction ; équipements de moins de 10 000 L d'une maison unifamiliale non considérés à risque élevé. URL : https://www.rbq.gouv.qc.ca/domaines-dintervention/equipements-petroliers/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *Licences d'entrepreneur de construction*. URL : https://www.rbq.gouv.qc.ca (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Prolongation de la période transitoire en bâtiment et en électricité : règlements publiés pour entrée en vigueur*. Nouvelle du 26 août 2026 ; règlements en vigueur le 10 septembre 2026 ; chapitre I Bâtiment (version antérieure au 17 avril 2025) applicable aux travaux débutés avant le 17 octobre 2027. URL : https://www.rbq.gouv.qc.ca/salle-de-presse/les-nouvelles/nouvelles-detail/item/2026-08-26-prolongation-de-la-periode-transitoire-en-batiment-et-en-electricite-reglements-publies-pour-entree-en-vigueur/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026f). *Pyrite et pyrrhotite*. Page consultée le 31 octobre 2026 (aucune date de mise à jour affichée) ; mécanismes, garantie de cinq ans, recours. URL : https://www.rbq.gouv.qc.ca/vous-

etes/citoyen/problemes-particuliers-en-batiment/pyrite-et-pyrrhotite/ (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026g). *Sols argileux*. Texte publié en avril 2006 (Info-RBQ) et mis à jour ; consulté le 31 octobre 2026 ; vallée du Saint-Laurent, vallée de l'Outaouais, Saguenay–Lac-Saint-Jean. URL : https://www.rbq.gouv.qc.ca/vous-etes/citoyen/problemes-particuliers-en-batiment/sols-argileux/ (consulté le 31 oct. 2026).

Ressources naturelles Canada (2025a). *Emprisonnons la chaleur — Section 3 : Les matériaux : l'ajout d'isolant thermique, de coupe-bise et de produits de calfeutrage*. Page modifiée le 31 janvier 2025 ; MIUF interdite au Canada depuis 1980 ; amiante interdit dans les produits de consommation depuis 2018. URL : https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-maison/emprisonnons-chaleur-section-3 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025b). *Rénovations écoénergétiques — Mesures de santé et de sécurité relatives aux améliorations écoénergétiques*. Page modifiée le 16 janvier 2025 ; MIUF interdite au Canada depuis décembre 1980 (Loi sur les produits dangereux) ; isolant de vermiculite pouvant contenir de l'amiante ; voir aussi *Emprisonnons la chaleur*, section 1.4 (mine de Libby, 1920–1990, Zonolite). URL : https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-maison/renovations-ecoenergetiques (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Base de données toponymiques du Canada — service de recherche de noms géographiques (geonames)*. Coordonnées des toponymes de type « CITY » pour Montréal, Québec, Gatineau, Sherbrooke, Trois-Rivières et Saguenay, consultées le 31 octobre 2026 ; licence du gouvernement ouvert du Canada. URL : https://geogratis.gc.ca/services/geoname/fr/geonames.json (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Fermé : Subvention canadienne pour des maisons plus vertes*. Page modifiée le 31 août 2026 ; programme fermé, en transition vers Environnement et Changement climatique Canada. URL : https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-maison/initiative-canadienne-maisons-plus-vertes/subvention-canadienne-maisons-plus-vertes (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Initiative canadienne pour des maisons plus vertes*. Page modifiée le 4 août 2026 ; Subvention et Prêt canadien pour des maisons plus vertes fermés ; Programme pour la conversion abordable du mazout à la thermopompe : date limite 31 juillet 2026 au Québec. URL : https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energitique/efficacite-energitique-maison/initiative-canadienne-maisons-plus-vertes (consulté le 31 oct. 2026).

Ricardo, D. (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. Chapitre II « On Rent ». Texte de la 3e édition (1821) reproduit par la Library of Economics and Liberty. London : John Murray. URL : https://www.econlib.org/library/Ricardo/ricP.html (consulté le 31 oct. 2026).

Roberts, D. R. et al. (2017). « Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure ». In : *Ecography* 40.8. Validation croisée par blocs pour données structurées ; la validation aléatoire surestime la performance ; vérifié Crossref (liste d'auteurs d'après la notice Crossref), p. 913-929. DOI : 10.1111/ecog.02881. (Consulté le 31 oct. 2026).

Rockafellar, R. T. et S. Uryasev (2000). « Optimization of Conditional Value-at-Risk ». In : *Journal of Risk* 2.3. CVaR (expected shortfall) ; page Risk.net consultée le 2026-10-31, p. 21-41. DOI : 10.21314/JOR.2000.038. (Consulté le 31 oct. 2026).

Rosen, S. (1974). « Hedonic Prices and Implicit Markets : Product Differentiation in Pure Competition ». In : *Journal of Political Economy* 82.1, p. 34-55. DOI : 10.1086/260169.

Rosenthal, S. S. et R. W. Helsley (1994). « Redevelopment and the Urban Land Price Gradient ». In : *Journal of Urban Economics* 35.2, p. 182-200. doi : 10.1006/juec.1994.1012.

Roth, J., P. H. C. Sant'Anna, A. Bilinski et J. Poe (2023). « What's Trending in Difference-in-Differences ? A Synthesis of the Recent Econometrics Literature ». In : *Journal of Econometrics* 235.2, p. 2218-2244. doi : 10.1016/j.jeconom.2023.03.008.

Rousseeuw, P. J. (1987). « Silhouettes : A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis ». In : *Journal of Computational and Applied Mathematics* 20. Silhouette (équation (15.9)) ; vérifié par résolution DOI (Crossref) le 2026-10-31, p. 53-65. doi : 10.1016/0377-0427(87)90125-7. (Consulté le 31 oct. 2026).

Rousseeuw, P. J. et C. Croux (1993). « Alternatives to the Median Absolute Deviation ». In : *Journal of the American Statistical Association* 88.424. Constante de cohérence 1,4826 du MAD, estimateurs Sn et Qn ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 1273-1283. doi : 10.1080/01621459.1993.10476408. (Consulté le 31 oct. 2026).

Royal Institution of Chartered Surveyors (2024). *RICS Valuation — Global Standards (Red Book Global Standards)*. Publié en décembre 2024 ; en vigueur le 31 janvier 2025 ; incorpore les IVS 2025 ; VPS 1 à VPS 6. RICS. Londres. url : https://www.rics.org/profession-standards/rics-standards-and-guidance/sector-standards/valuation-standards/red-book/red-book-global (consulté le 31 oct. 2026).

RSMeans (2025). *Building Construction Cost Data*. Gordian.

Rubin, D. B. (1976). « Inference and Missing Data ». In : *Biometrika* 63.3. Mécanismes MCAR / MAR / MNAR ; vérifié Crossref 2026-10-31, p. 581-592. doi : 10.1093/biomet/63.3.581. (Consulté le 31 oct. 2026).

Rue, H., S. Martino et N. Chopin (2009). « Approximate Bayesian Inference for Latent Gaussian Models by Using Integrated Nested Laplace Approximations ». In : *Journal of the Royal Statistical Society : Series B (Statistical Methodology)* 71.2, p. 319-392. doi : 10.1111/j.1467-9868.2008.00700.x.

Saiz, A. (2010). « The Geographic Determinants of Housing Supply ». In : *Quarterly Journal of Economics* 125.3, p. 1253-1296. doi : 10.1162/qjec.2010.125.3.1253.

Santé Canada (2004). *Santé Canada avise les Canadiens que l'isolant de vermiculite peut contenir de l'amiante et peut être nocif*. Avis du 3 avril 2004 ; vérification partielle (extrait). url : https://www.canada.ca/fr/nouvelles/archive/2004/04/sante-canada-avise-canadiens-isolant-vermiculite-peut-contenir-amiante-peut-etre-nocif.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2023a). *L'amiante et votre santé*. Page datée du 10 février 2023 ; usage avant 1990 ; interdiction (règlement de 2018) ; matériaux de construction anciens pouvant contenir de l'amiante. url : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/contaminants-air-interieur/risques-pour-sante-associes-amiante.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2023b). *Moisissure*. Page datée du 13 février 2023 ; humidité relative de 30 à 50 % ; catégories de surface petite / moyenne / grande (seuils de 1 et 3 m²). url : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/contaminants-air-interieur/reduisez-humidite-et-moisissures.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025a). *Lignes directrices sur le radon*. Page datée du 15 octobre 2025 ; ligne directrice de 200 Bq/m³ ; mesures correctives d'ici un an. url : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-et-risque-pour-sante/radiation/radon/lignes-directrices-gouvernement-canada.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025b). *Lignes directrices sur le radon*. Page modifiée le 15 octobre 2025 ; ligne directrice de 200 Bq/m^3 (moyenne annuelle) ; mesures correctives recommandées dans l'année. URL : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-et-risque-pour-sante/radiation/radon/lignes-directrices-gouvernement-canada.html (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026). *Guide pour la mesure du radon dans les maisons*. Page datée du 22 mai 2026 ; mesure à long terme d'au moins 91 jours en saison de chauffage, au niveau le plus bas normalement occupé. Santé Canada. URL : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/securite-et-risque-pour-sante/guide-mesures-radon-maisons.html (consulté le 31 oct. 2026).

Scarrett, D. et S. Osborn (2014). *Property Valuation : The Five Methods*. 3^e éd. London : Routledge. DOI : 10.4324/9781315797700.

Shapley, L. S. (1953). « A Value for *n*-Person Games ». In : *Contributions to the Theory of Games, Volume II*. Sous la dir. de H. W. Kuhn et A. W. Tucker. Annals of Mathematics Studies 28. Valeur de Shapley : axiomes d'efficacité, de symétrie, de joueur nul et d'additivité ; vérifié Crossref. Princeton : Princeton University Press, p. 307-318. DOI : 10.1515/9781400881970-018. (Consulté le 31 oct. 2026).

Shearmur, R. et W. J. Coffey (2002). « A Tale of Four Cities : Intrametropolitan Employment Distribution in Toronto, Montreal, Vancouver, and Ottawa–Hull, 1981–1996 ». In : *Environment and Planning A* 34.4. Métadonnées confirmées par Crossref le 2026-10-31, p. 575-598. DOI : 10.1068/a33214.

Sheppard, S. (1999). « Hedonic Analysis of Housing Markets ». In : *Handbook of Regional and Urban Economics*. Sous la dir. de P. Cheshire et E. S. Mills. T. 3. Amsterdam : Elsevier, p. 1595-1635. DOI : 10.1016/S1574-0080(99)80010-8.

Shiller, R. J. (1991). « Arithmetic Repeat Sales Price Estimators ». In : *Journal of Housing Economics* 1.1, p. 110-126. DOI : 10.1016/S1051-1377(05)80028-2.

— (2015). *Irrational Exuberance*. 3^e éd. Revised and expanded third edition. Princeton : Princeton University Press. DOI : 10.2307/j.ctt1287kz5.

Shilling, J. D., C. F. Sirmans et J. F. Dombrow (1991). « Measuring Depreciation in Single-Family Rental and Owner-Occupied Housing ». In : *Journal of Housing Economics* 1.4, p. 368-383. DOI : 10.1016/S1051-1377(05)80018-X.

Silverstein, J. M. (2014). *House Price Indexes : Methodology and Revisions*. Research Rap Special Report. Philadelphia : Federal Reserve Bank of Philadelphia. URL : https://www.philadelphiafed.org/-/media/FRBP/Assets/Economy/Reports/research-rap/2014/house-price-indexes.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

Simons, R. A. et J. D. Saginor (2006). « A Meta-Analysis of the Effect of Environmental Contamination and Positive Amenities on Residential Real Estate Values ». In : *Journal of Real Estate Research* 28.1, p. 71-104. DOI : 10.1080/10835547.2006.12091168.

Sims, D. P. (2007). « Out of Control : What Can We Learn from the End of Massachusetts Rent Control ? » In : *Journal of Urban Economics* 61.1, p. 129-151. DOI : 10.1016/j.jue.2006.06.004.

Sirmans, G. S., D. A. Macpherson et E. N. Zietz (2005). « The Composition of Hedonic Pricing Models ». In : *Journal of Real Estate Literature* 13.1, p. 1-44. DOI : 10.1080/10835547.2005.12090154.

Sivitanides, P. S., R. G. Torto et W. C. Wheaton (2003). « Real Estate Market Fundamentals and Asset Pricing ». In : *Journal of Portfolio Management* 29.5, p. 45-53. DOI : 10.3905/jpm.2003.319905.

Sivitanidou, R. et P. Sivitanides (1999). « Office Capitalization Rates : Real Estate and Capital Market Influences ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 18.3, p. 297-322. doi : 10.1023/A:1007780917146.

Smith, B. C. (2004). « Economic Depreciation of Residential Real Estate : Microlevel Space and Time Analysis ». In : *Real Estate Economics* 32.1, p. 161-180. doi : 10.1111/j.1080-8620.2004.00087.x.

Smith, L. B. (1988). « An Economic Assessment of Rent Controls : The Ontario Experience ». In : *Journal of Real Estate Finance and Economics* 1.3, p. 217-231. doi : 10.1007/BF00658918.

Sobol', I. M. (2001). « Global Sensitivity Indices for Nonlinear Mathematical Models and Their Monte Carlo Estimates ». In : *Mathematics and Computers in Simulation* 55.1–3. Indices de sensibilité globale et estimateurs Monte-Carlo ; métadonnées vérifiées via Crossref, p. 271-280. doi : 10.1016/S0378-4754(00)00270-6. (Consulté le 31 oct. 2026).

Société canadienne d'hypothèques et de logement (2015). *Frais d'exploitation de la SCHL — Immeubles locatifs au Québec*. Mise à jour d'avril 2015, région du Québec ; barèmes indicatifs par taille d'immeuble (entretien 500 $/logement, gestion 3 à 5 % du revenu brut) ; document daté, hébergé par un tiers. SCHL (document diffusé par PMML). url : https://pmml.ca/wp-content/uploads/2020/10/Frais-dexploitation-avril-2015.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025a). *Rapport sur le marché locatif*. Enquête d'octobre 2025, publié le 11 décembre 2025. Ottawa : SCHL. url : https://www.cmhc-schl.gc.ca/professionals/housing-markets-data-and-research/market-reports/rental-market-reports-major-centres (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025b). *Rapport sur le marché locatif 2025 — Tableaux de données (RMR de Montréal, Québec, Gatineau, Sherbrooke, Trois-Rivières et Saguenay)*. Enquête d'octobre 2025, publiée le 11 décembre 2025 ; fichiers rmr-<*rmr*>-2025-en.xlsx, tableaux 1.1.1 (taux d'inoccupation) et 1.1.2 (loyers moyens). url : https://assets.cmhc-schl.gc.ca/sites/cmhc/professional/housing-markets-data-and-research/housing-data-tables/rental-market/rental-market-report-data-tables/2025/rmr-montreal-2025-en.xlsx (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *APH Select*. Page publiée le 21 septembre 2026 ; produit en vigueur depuis le 7 mars 2022 ; système de points 50/70/100, RPV jusqu'à 95 %, amortissement jusqu'à 50 ans, RCD minimal 1,10. url : https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/professionnels/financement-de-projets-et-financement-hypothecaire/assurance-pret-hypothecaire/assurance-pret-pour-immeubles-collectifs/aph-select (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Housing Market Outlook 2026 (Perspectives du marché de l'habitation)*. Publié le 10 février 2026 ; prévisions fondées sur l'information disponible au 15 janvier 2026. Ottawa : SCHL. url : https://www.cmhc-schl.gc.ca/professionals/housing-markets-data-and-research/market-reports/housing-market/housing-market-outlook (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *SCHL Achat — assurance prêt hypothécaire pour propriétaires-occupants et petits immeubles locatifs*. Barème des primes (0,60 à 4,00 % ; 4,50 % mise de fonds non traditionnelle) ; mise de fonds 5 % jusqu'à 500 000 $ + 10 % au-delà ; prix < 1,5 M$; amortissement 25 ans ; ABD 39 % / ATD 44 % ; taux de qualification max(contrat + 2 %, 5,25 %). Page sans date de publication affichée (© 2026). url : https://www.cmhc-schl.gc.ca/professionnels/financement-de-projets-et-financement-hypothecaire/assurance-pret-hypothecaire/aph-po-et-petits-immeubles-locatifs/achat (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *SCHL Immeubles collectifs — Droits et primes*. Barème des droits de demande et des primes (locatif ordinaire et APH Select) ; PDF non daté, consulté le 2026-10-31. URL : https://assets.cmhc-schl.gc.ca/sites/cmhc/professional/project-funding-and-mortgage-financing/mortgage-loan-insurance/multi-unit-insurance/mliselect/mli-select-multi-unit-fees-and-premiums-at-a-glance-fr.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Summer Update — 2026 Housing Market Outlook*. Publié le 22 juillet 2026 ; prévisions 2026–2028 pour le Canada et les RMR (dont Montréal et Québec). Ottawa : SCHL. URL : https://www.cmhc-schl.gc.ca/observer/2026/summer-update-2026-housing-market-outlook (consulté le 31 oct. 2026).

Société d'habitation du Québec (2026). *Programme pour les résidences endommagées par la pyrrhotite*. Page mise à jour le 8 octobre 2026 ; programme mis en œuvre en 2011, terminé le 30 septembre 2026 ; volet I : taux minimal de 0,23 % de pyrrhotite. URL : https://www.quebec.ca/habitation-territoire/construction-renovation/renovation-residentielle/programme-residences-endommagees-pyrrhotite (consulté le 31 oct. 2026).

Statistique Canada (2022a). *Âge du principal soutien du ménage selon le mode d'occupation : Canada, provinces et territoires, régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement — tableau 98-10-0231-01*. Recensement de 2021 ; ménages propriétaires et locataires, RMR de Montréal, Québec et Ottawa-Gatineau. Statistique Canada. URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=9810023101 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2022b). *Série « Perspective géographique », Recensement de 2021 — Québec, Logement*. Taux de propriété du Québec 59,9 % en 2021 (Canada 66,5 %). Statistique Canada. URL : https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2021/as-sa/fogs-spg/page.cfm?topic=7&dguid=2021A000224&lang=F (consulté le 31 oct. 2026).

— (2022c). *Type de construction résidentielle et taille du ménage : Canada, provinces et territoires, divisions de recensement et subdivisions de recensement — tableau 98-10-0041-01 (Recensement de 2021)*. Diffusion du 27 avril 2022. URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=9810004101 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2022d). *Type de construction résidentielle selon le mode d'occupation : Canada, provinces et territoires, divisions de recensement et subdivisions de recensement — tableau 98-10-0240-01 (Recensement de 2021)*. Diffusion du 21 septembre 2022. URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=9810024001 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2024). *Indices des prix de la construction de bâtiments, selon le type d'immeuble et la division — tableau 18-10-0276-01 (inactif)*. Tableau terminé : dernière période T2 2024, dernière diffusion le 5 novembre 2024 ; remplacé par le tableau 18-10-0289-01 (clé `statcanIPCB`). URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1810027601 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Estimations de la population, 1er juillet, selon la région métropolitaine de recensement et l'agglomération de recensement, limites de 2021 — tableau 17-10-0148-01*. Estimations 2001-2025 ; RMR du Québec (Montréal, Québec, Ottawa-Gatineau partie du Québec, Sherbrooke, Trois-Rivières, Saguenay, Drummondville). Statistique Canada. URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710014801 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Indice des prix à la consommation, mensuel, non désaisonnalisé — tableau 18-10-0004-01 (2002 = 100)*. Diffusion du 19 octobre 2026 (données de septembre 2026). URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1810000401 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Indice des prix des logements neufs (IPLN) — fiche de l'enquête n° 2310, Base de métadonnées intégrée*. Mensuel ; prix de vente des maisons neuves établis par les entrepreneurs « lorsque

les spécifications détaillées de chaque maison demeurent les mêmes pendant deux périodes consécutives » ; ajustement de qualité ; « n'est pas révisé et n'est pas désaisonnalisé » ; base décembre 2016 = 100 ; renvoie à la méthodologie détaillée 62F0014M2022003 (non consultée). URL : https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=2310 (consulté le 31 oct. 2026).

Statistique Canada (2026d). *Indice des prix des logements neufs, mensuel — tableau 18-10-0205-01 (décembre 2016 = 100)*. Diffusion du 22 octobre 2026 (données de septembre 2026). URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1810020501 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Indices des prix de la construction de bâtiments, tableau 18-10-0289-01 (base 2023 = 100)*. Le tableau 18-10-0276-01 est inactif depuis le T2 2024 ; 18-10-0289-01 le remplace. URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1810028901 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026f). *Société canadienne d'hypothèques et de logement, logements mis en chantier, en construction et achèvements dans les centres de 10 000 habitants et plus — tableau 34-10-0143-01*. Mensuel, jusqu'à septembre 2026 ; Québec et RMR de Montréal ; complété par le tableau 34-10-0135-01 (toutes les régions, trimestriel). Statistique Canada. URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3410014301 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026g). *Tableau 13-10-0114-01 — Espérance de vie et autres éléments de la table complète de mortalité, estimations sur trois ans, Canada, toutes les provinces sauf l'Île-du-Prince-Édouard*. Fréquence annuelle ; date de diffusion : 13 janvier 2026 ; page du tableau consultée le 31 octobre 2026 (titre et métadonnées vérifiés ; valeurs non téléchargées). URL : https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1310011401 (consulté le 31 oct. 2026).

Sun, L. et S. Abraham (2021). « Estimating Dynamic Treatment Effects in Event Studies with Heterogeneous Treatment Effects ». In : *Journal of Econometrics* 225.2, p. 175-199. DOI : 10.1016/j.jeconom.2020.09.006.

Teranet et Banque Nationale du Canada (2026). *Our Methodology — Teranet–National Bank House Price Index*. Méthode des ventes répétées (« properties with at least two sales ») ; exclusions : ventes non sincères, changement de type de propriété (rénovations), erreurs de données, rotation « biannual or higher » ; exemple simplifié à trois maisons ; la description complète annoncée comme téléchargeable n'était pas accessible depuis la page. Certificat TLS du site invalide à la date de consultation. URL : https://housepriceindex.ca/about/our-methodology/ (consulté le 31 oct. 2026).

Thériault, M. et F. Des Rosiers, éd. (2011). *Modeling Urban Dynamics : Mobility, Accessibility and Real Estate Value*. London ; Hoboken : ISTE / Wiley. DOI : 10.1002/9781118558041.

Thériault, M., F. Des Rosiers, P. Villeneuve et Y. Kestens (2003). « Modelling Interactions of Location with Specific Value of Housing Attributes ». In : *Property Management* 21.1, p. 25-62. DOI : 10.1108/02637470310464472.

Thünen, J. H. von (1826). *Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. DOI de la réimpression Jena : Gustav Fischer, 1910 (Biodiversity Heritage Library). Traduction anglaise abrégée : Peter Hall (dir.), *Von Thünen's Isolated State*, trad. Carla M. Wartenberg, Oxford : Pergamon Press, 1966. Hamburg : Friedrich Perthes. DOI : 10.5962/bhl.title.28726.

Tiebout, C. M. (1956). « A Pure Theory of Local Expenditures ». In : *Journal of Political Economy* 64.5. Métadonnées confirmées par Crossref le 2026-10-31, p. 416-424. DOI : 10.1086/257839.

Titman, S. (1985). « Urban Land Prices under Uncertainty ». In : *American Economic Review* 75.3, p. 505-514. URL : https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v75y1985i3p505-14.html (consulté le 31 oct. 2026).

Tribunal administratif du logement (2021). *Calcul de l'ajustement des loyers — formulaire et notes explicatives*. Frais de gestion : forfait de 5 %, frais réels admissibles jusqu'à 10 % des revenus annuels de l'immeuble. TAL. URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/sites/default/files/CSAL_2021_F.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025a). *Le calcul de l'ajustement des loyers en 2025*. Communiqué du 21 janvier 2025 (PDF, 3 p.) ; ancienne méthode : composantes de l'IPC, dépenses d'immobilisation au taux des CPG 5 ans + 1 % ; moyenne de 3,8 % accordée de 2015 à 2024. URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/sites/default/files/COMMUNIQUE_FIXATION_2025_FR.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025b). *Renseignements nécessaires à la fixation du loyer — Fixation 2026-2027 (formulaire RN)*. Formulaire TAL-004-E RN (2025-11) ; revenus de décembre 2025, taxes 2025-2026, assurances, énergie, entretien, services, gestion, dépenses d'immobilisation 2025. URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/sites/default/files/RN_2026_F.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Augmentation de loyer — critères de fixation*. Page décrivant les deux régimes (avis donné à compter du / avant le 1er janvier 2026) ; dépenses d'immobilisation ajustées « selon un pourcentage fixe, établi à 5 % ». URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/fr/reconduction-du-bail-et-fixation-de-loyer/augmentation-de-loyer (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Calcul pour l'augmentation de loyer — Outil de calcul 2026*. Deux versions selon que l'avis de modification de bail a été donné à compter du ou avant le 1er janvier 2026 ; loyers débutant entre le 2 avril 2026 et le 1er avril 2027. URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/fr/calcul-pour-l-augmentation-de-loyer (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Le calcul de l'ajustement des loyers en 2026*. Communiqué du 19 janvier 2026 ; pourcentage de base 3,1 %, services rattachés à la personne 6,7 % ; nouvelle méthode applicable aux avis donnés à compter du 1er janvier 2026. URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/fr/actualites/detail?code=le-calcul-de-l-ajustement-des-loyers-en-2026 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *Pourcentages applicables aux critères de fixation de loyer*. Page présentant les colonnes 2025 et 2026 ; nouvelle méthode de calcul (D. 1455-2025) pour les avis donnés à compter du 1er janvier 2026. URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/fr/reconduction-du-bail-et-fixation-de-loyer/pourcentages-applicables-aux-criteres-de-fixation-de-loyer (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Reprise de logement*. Délais de l'avis de reprise (art. 1960 C.c.Q.) : au moins six mois avant la fin d'un bail de plus de six mois, un mois pour un bail de six mois ou moins, six mois avant la date prévue pour un bail à durée indéterminée ; réponse du locataire dans le mois (silence = refus réputé) ; demande du locateur au Tribunal dans le mois du refus ; le locateur doit démontrer qu'il entend réellement reprendre le logement. URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/fr/droit-du-locateur-de-mettre-fin-au-bail/reprise-de-logement (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026f). *Résumés de décisions — Fin et renouvellement du bail*. Résumés officiels, notamment André-Bélisle c. Audet (17 mars 2022), Skalli Housseini c. 10376957 Canada inc. (20 avril 2021), Société de financement alouette inc. c. A. (17 août 2022), Office municipal d'habitation de Montréal c. Morin (9 janvier 2024) ; références neutres non affichées. URL : https://www.tal.gouv.qc.ca/fr/resumes-decisions-fin-et-renouvellement-du-bail (consulté le 31 oct. 2026).

Tribunal administratif du Québec (2026). *Frais de recours et frais de justice — Section des affaires immobilières*. Tarifs du 1er janvier au 31 décembre 2026 : 93,20 $ (valeur au rôle ≤ 500 000 $), 372,60 $, 621,10 $, 1 242,50 $; Tarif des droits, honoraires et autres frais afférents aux recours

instruits devant le TAQ, RLRQ, c. J-3, r. 3.2. URL : https://www.taq.gouv.qc.ca/recours-au-tribunal/expropriation/frais-de-recours-frais-de-justice (consulté le 31 oct. 2026).

UBC Real Estate Division (2010). *The Appraisal of Real Estate*. 3e édition canadienne. Vancouver : University of British Columbia, Real Estate Division.

Vandell, K. D. (1991). « Optimal Comparable Selection and Weighting in Real Property Valuation ». In : *Real Estate Economics* 19.2, p. 213-239. DOI : 10.1111/1540-6229.00550.

Vehtari, A., A. Gelman et J. Gabry (2017). « Practical Bayesian Model Evaluation Using Leave-One-Out Cross-Validation and WAIC ». In : *Statistics and Computing* 27.5. WAIC, LOO par échantillonnage préférentiel lissé de Pareto (PSIS) ; en ligne 2016, volume imprimé 2017 ; vérifié Crossref, p. 1413-1432. DOI : 10.1007/s11222-016-9696-4. (Consulté le 31 oct. 2026).

Vehtari, A., A. Gelman, D. Simpson, B. Carpenter et P.-C. Bürkner (2021). « Rank-Normalization, Folding, and Localization : An Improved $\hat{R}$ for Assessing Convergence of MCMC (with Discussion) ». In : *Bayesian Analysis* 16.2. $\hat{R}$ scindé et rang-normalisé, ESS pour quantiles ; vérifié Crossref, p. 667-718. DOI : 10.1214/20-BA1221. (Consulté le 31 oct. 2026).

Ville de Gatineau (2025a). *Règlement numéro 994-2025 décrétant l'imposition et le prélèvement des taxes foncières générales, spéciales et des compensations pour le budget de l'année 2026*. Adopté le 18 décembre 2025 ; taux de base 5,224 $ par 1 000 $; annexe I : taux de la taxe générale résidentielle par unité de voisinage. URL : https://docweb.gatineau.ca/Doc-Web/masson/documents/pdf/R%20994-2025.pdf (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025b). *Zonage*. Données Québec, CC-BY 4.0 ; CSV, KML, SHP, XLSX, XML ; métadonnées modifiées le 2025-04-24. URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vgat-zonage (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025c). *Zones inondables normé v1*. Données Québec, CC-BY 4.0 ; GeoJSON ; cartographie d'ancienne génération (grand et faible courant). URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vgat-zones-inondables-norme-v1 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Base d'imposition — Droits de mutation immobilière (taxe de bienvenue)*. Tranches 2026 (deux barèmes : 1er janvier au 24 février ; 25 février au 31 décembre) ; facteur comparatif 1,02 pour 2026. Ville de Gatineau. URL : https://www.gatineau.ca/portail/default.aspx?p=guichet_municipal%2Ftaxes_municipales%2Fbase_imposition_droits_mutation_immobiliere_taxe_bienvenue (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Base d'imposition — droits sur les mutations immobilières*. Facteur comparatif : 1,00 (2024), 0,98 (2025), 1,02 (2026) ; tranches 2026 à compter du 25 février : 0,5 %, 1 %, 1,5 % jusqu'à 500 000 $, 3 % au-delà. URL : https://www.gatineau.ca/portail/default.aspx?p=guichet_municipal%2Ftaxes_municipales%2Fbase_imposition_droits_mutation_immobiliere_taxe_bienvenue (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Évaluation foncière*. Rôle 2027-2029 en vigueur le 1er janvier 2027, conditions du marché au 1er juillet 2025 ; frais de demande de révision (règlement 943-2023) : 80 $, 325 $, 574,50 $, 1 149,25 $. URL : https://www.gatineau.ca/portail/default.aspx?p=guichet_municipal%2Fevaluation_fonciere (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *Évaluation foncière — Rôle d'évaluation 2027-2028-2029*. Rôle déposé le 27 octobre 2026 ; conditions du marché au 1er juillet 2025 ; en vigueur du 1er janvier 2027 au 31 décembre 2029. Ville de Gatineau. URL : https://www.gatineau.ca/portail/default.aspx?p=guichet_municipal%2Fevaluation_fonciere (consulté le 31 oct. 2026).

Ville de Montréal (2025a). *Déclaration de l'administration à la suite du dépôt des rôles d'évaluation foncière 2026-2027-2028 de l'agglomération de Montréal*. Communiqué du 10 septembre 2025 ; hausse moyenne des valeurs : agglomération 12,2 %, Ville de Montréal 12,6 %, résidentiel 9,8 %, multirésidentiel 10,9 %, bureaux −8,2 %. URL : https://montreal.ca/communiques-de-presse/declaration-de-ladministration-la-suite-du-depot-des-roles-devaluation-fonciere-2026-2027-2028-de (consulté le 31 oct. 2026).

— (2025b). *Dépôt des rôles d'évaluation foncière de l'agglomération de Montréal pour 2026-2027-2028*. Communiqué du 10 septembre 2025 ; date de référence du marché 1er juillet 2024 ; variation moyenne 12,2 % (résidentiel 5 logements ou moins 9,6 %, 6 logements ou plus 10,9 %). Ville de Montréal, Direction de l'évaluation foncière. URL : https://montreal.ca/communiques-de-presse/depot-des-roles-devaluation-fonciere-de-lagglomeration-de-montreal-pour-2026-2027-2028 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Comment sont calculés les droits sur les mutations immobilières*. Tranches 2025 et 2026 ; taux de 0,5 % à 4 % ; facteur comparatif 1,00 pour 2026. Ville de Montréal. URL : https://montreal.ca/articles/comment-sont-calcules-les-droits-sur-les-mutations-immobilieres-9279 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Comment sont calculés les droits sur les mutations immobilières*. Mis à jour le 12 janvier 2026 ; barème 2026 : 0,5 % ≤ 62 900 $; 1 % ≤ 315 000 $; 1,5 % ≤ 552 300 $; 2 % ≤ 1 104 700 $; 2,5 % ≤ 2 136 500 $; 3,5 % ≤ 3 113 000 $; 4 % au-delà ; facteur comparatif 2026 = 1,00. URL : https://montreal.ca/articles/comment-sont-calcules-les-droits-sur-les-mutations-immobilieres-9279 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Demander une révision du rôle d'évaluation foncière*. Mis à jour le 10 mars 2026 ; frais : 90 $ (valeur ≤ 500 000 $), 360 $, 605 $, 1 215 $; réponse de l'évaluateur au plus tard le 1er septembre ; recours au TAQ dans les 60 jours de la réponse. URL : https://montreal.ca/demarches/demander-une-revision-du-role-devaluation-fonciere (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *Permis de construction, transformation et démolition*. Données ouvertes (CSV, GeoJSON, SHP), mise à jour hebdomadaire ; coûts déclarés sans valeur légale. URL : https://donnees.montreal.ca/dataset/permis-construction (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Taux de taxes pour 2026*. Page mise à jour le 29 janvier 2026 ; renvoie au document « Ville de Montréal : Taux de taxes 2026 » (gestion documentaire, non consultable hors navigateur). URL : https://montreal.ca/articles/taux-de-taxes-pour-2026-106147 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026f). *Taux de taxes pour 2026*. Page mise à jour le 29 janvier 2026 ; le document récapitulatif des taux par catégorie et par arrondissement est diffusé dans le gestionnaire documentaire de la Ville (non lisible par script au 2026-10-31). Ville de Montréal. URL : https://montreal.ca/articles/taux-de-taxes-pour-2026-106147 (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026g). *Unités d'évaluation foncière*. Données ouvertes (CSV, GeoJSON, SHP), mise à jour hebdomadaire ; champs CUBF, nombre de logements, année de construction, superficies, matricule ; découpage sans valeur légale. URL : https://donnees.montreal.ca/dataset/unites-evaluation-fonciere (consulté le 31 oct. 2026).

Ville de Québec (2023). *Zones inondables réglementées*. Données Québec, licence Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY 4.0) ; CSV, GeoJSON, KML, SHP (ressources du 20 avril 2022) ; métadonnées modifiées le 26 juin 2023 ; zones inondables réglementées et cartographiées annexées au Schéma d'aménagement et de développement révisé ; antérieur au cadre réglementaire du 1er mars 2026. URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vque_77 (consulté le 31 oct. 2026).

Ville de Québec (2024). *Rôle d'évaluation foncière 2025-2026-2027*. Valeurs au 1er juillet 2023 ; rôles déposés en septembre 2024, en vigueur le 1er janvier 2025. Ville de Québec. URL : https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/taxes_evaluation/evaluation_fonciere/role_evaluation.aspx (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026a). *Droits sur les mutations immobilières*. Source secondaire : tranches 2026 (2025) 62 900 $ (61 500 $) et 315 000 $ (307 800 $) ; taux municipaux 2,5 % (500 000-750 000 $) et 3 % (plus de 750 000 $) ; facteurs comparatifs 1,08 (2026), 1,00 (2025), 1,20 (2024). URL : https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/taxes_evaluation/droits_mutation_immobiliere.aspx (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026b). *Permis délivrés à la Ville de Québec*. Données Québec, CC-BY 4.0 ; CSV, GeoJSON, SHP ; métadonnées modifiées le 2026-10-25. URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/permis-delivres-ville-de-quebec (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026c). *Rôle d'évaluation 2025-2026-2027*. Valeurs reflétant le marché au 1er juillet 2023. URL : https://ville.quebec.qc.ca/citoyens/taxes_evaluation/evaluation_fonciere/role_evaluation.aspx (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026d). *Taux de taxes — exercice financier 2026*. Règlement R.V.Q. 3492 ; taxe foncière par 100 $ d'évaluation : résidentiel 1 à 5 logements 0,7464 ; 6 logements et plus 0,7697 ; non résidentiel 3,0642 ; terrains vagues desservis 2,9856. URL : https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/profil-financier/taux-taxation.aspx (consulté le 31 oct. 2026).

— (2026e). *Zonage municipal — Zones*. Données Québec, CC-BY 4.0 ; CSV, GeoJSON, KML, SHP ; métadonnées modifiées le 2026-10-04. URL : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vque_56 (consulté le 31 oct. 2026).

Wager, S. et S. Athey (2018). « Estimation and Inference of Heterogeneous Treatment Effects Using Random Forests ». In : *Journal of the American Statistical Association* 113.523, p. 1228-1242. DOI : 10.1080/01621459.2017.1319839.

Ward, J. H. (1963). « Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function ». In : *Journal of the American Statistical Association* 58.301. Critère de Ward (équation (15.8)) ; vérifié Crossref le 2026-10-31, p. 236-244. DOI : 10.1080/01621459.1963.10500845. (Consulté le 31 oct. 2026).

Watanabe, S. (2010). « Asymptotic Equivalence of Bayes Cross Validation and Widely Applicable Information Criterion in Singular Learning Theory ». In : *Journal of Machine Learning Research* 11. Critère WAIC ; pas de DOI, page de la revue consultée, p. 3571-3594. URL : https://www.jmlr.org/papers/v11/watanabe10a.html (consulté le 31 oct. 2026).

Wheaton, W. C. (1999). « Real Estate "Cycles" : Some Fundamentals ». In : *Real Estate Economics* 27.2, p. 209-230. DOI : 10.1111/1540-6229.00772.

White, H. (1980). « A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity ». In : *Econometrica* 48.4. Erreurs-types robustes à l'hétéroscédasticité (HC0 ; HC1 = correction n/(n−k)) ; vérifié Crossref, p. 817-838. DOI : 10.2307/1912934. (Consulté le 31 oct. 2026).

Wilhelmsson, M. (2008). « House Price Depreciation Rates and Level of Maintenance ». In : *Journal of Housing Economics* 17.1, p. 88-101. DOI : 10.1016/j.jhe.2007.09.001.

Wofford, L. E. (1978). « A Simulation Approach to the Appraisal of Income Producing Real Estate ». In : *Real Estate Economics* 6.4. Alors *AREUEA Journal*, p. 370-394. DOI : 10.1111/1540-6229.00187.

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. 2e éd. Cambridge (Mass.) : MIT Press.

Wyatt, P. (2022). *Property Valuation*. 3e éd. Parution novembre 2022 ; copyright 2023. Hoboken : Wiley-Blackwell.

Yinger, J. (1982). « Capitalization and the Theory of Local Public Finance ». In : *Journal of Political Economy* 90.5. Métadonnées confirmées par Crossref le 2026-10-31, p. 917-943. doi : 10.1086/261101.

Zandbergen, P. A. (2008). « A Comparison of Address Point, Parcel and Street Geocoding Techniques ». In : *Computers, Environment and Urban Systems* 32.3, p. 214-232. doi : 10.1016/j.compenvurbsys.2007.11.006.

Index

A

à indicatrices temporelles, 1057
accessibilité gravitaire, 133
acheteur type, 448
acte de vente, 391
adoption échelonnée, 1091
adresse civique normalisée, 406
âge chronologique, 335, 715
âge effectif, 335, 715
âge effectif de la structure, 336
aire nette intérieure, 656
ajustement, 502
ajustement brut, 489, 502
ajustement de conditions du marché, 1054
ajustement net, 491, 502
ajustements de propriété, 502
ajustements de transaction, 502
allocation, 748
aménité confondue, 1325
aménités, 131
analyse relative, 511
ancienneté, 787
ancrage, 23
annuité équivalente, 1352
APH Select, 934
appariement d'enregistrements, 435
appartement dans un immeuble de moins de cinq étages, 91
arbre de régression, 1117
arrêt précoce, 1123
ATT de cohorte, 1092
attestation du syndicat sur l'état de la copropriété, 201
autocontrôle, 304
autres revenus, 822

B

bail, 37
bail foncier, 752
bande d'investissement, 876
base de valeur, 41
bases de valeur, 4
biais d'ancrage, 297
biais de sélection, 1085
biais lié au prix, 260
biais relatif aux prix, 552
bien amélioré, 1250
bloc, 435
boosting, 1119
bootstrap, 600
bordereau de quantités, 652
bruit de transaction, 600
bundle of rights (angl.), *voir* faisceau de droits

C

câblage en aluminium, 1584
cadastre, 184
Canadian Uniform Standards of Professional Appraisal Practice, 300
capitalisation, 131, 1344
capitalisation directe, 1449
carence, 716
carnet d'entretien, 205
Case–Shiller pondéré, 1061
cash-on-cash return (angl.), *voir* rendement courant
certificat de localisation, 188, 360
chaîne des titres, 170, 186
charges courantes, 1285
chauffage au mazout, 1584
choroplèthe, 1161

classement, 511
classes d'exposition, 1313
classes d'intensité, 1158
classification hiérarchique, 458
coefficient d'occupation du sol, 223
coefficient de détour, 1154
coefficient de dispersion, 259, 551
cohortes, 1091
comparable, 480
comparaison directe, 748
comparaison interdite, 1092
concentration de l'écart, 787
concessions, 821
conciergerie, 995
conclusion de valeur, 599
conditionnelle complète, 1188
conditions d'utilisation, 389
conflit d'intérêts, 296
conjugué, 1183
constante hypothécaire, 876, 931
construction du taux, 876
construction neuve, 996
construction sur commande, 1262
contrefactuel, 1084
contribution du bâtiment, 1251
contribution pour fins de parcs, 224, 692
contrôle synthétique, 1094
contrôles de deuxième génération, 1044
convention, 352
conversion, 352
copropriété, 35
copropriété divise, 105, 156, 198
copropriété indivise, 210
copule gaussienne, 1215
corrélogramme, 567
cotisations spéciales, 1285
courbe d'enchère, 123
courbes d'enchère, 123
courtiers immobiliers, 110
coût, 5, 45
coût d'usage, 15, 78
coût de correction, 1310
coût de détention, 692
coût de l'énergie économisée, 1352
coût de remplacement, 627
coût de reproduction, 627
coût net d'occupation, 962
coût récurrent du risque, 1310
coûts directs, 628, 680
coûts indirects, 629, 680
crédits de taxe sur les intrants, 689
cylindré, 1086

D

datum, 1148
débordement, 1108
debt service coverage ratio (angl.), *voir* ratio de couverture de la dette
décalage spatial, 564
déclaration de copropriété, 198
déclarations du vendeur, 164
décote d'indivision, 156
déficit de capitalisation, 208
déficit de loyer, 812
délai de vente, 103, 453
démembrements, 155
démolition-reconstruction, 1251
dendrogramme, 458
dénombrés, 653
dépendance, 1513
dépendance partielle, 1125
dépendance spatiale, 562
dépenses d'exploitation, 840
dépenses en capital, 850, 905
dépenses fixes, 841
dépenses variables, 841
dépréciation, 714
dépréciation immédiate, 1340
dépréciation physique, 716
dépréciation physique curable, 338
dépréciation physique ventilée, 1377
dérogation mineure, 228
dérogatoire, 227
désirabilité, 7
désuétude de localisation, 724
désuétude économique, 724
désuétude externe, 716
désuétude fonctionnelle, 716
différentiel lié au prix, 260
différentiel relatif aux prix, 551
diligence raisonnable, 1002
directives, 290
discontinuité spatiale, 1093

discount rate (angl.), *voir* taux d'actualisation
distance d'attributs, 485
distance de Cook, 429
distance réseau, 1154
distribution a posteriori, 1181
distribution a priori, 1181
distribution prédictive a posteriori, 1181
documents publics protégés par le droit d'auteur, 389
données d'industrie, 380, 389
donneurs, 1094
dossier de propriété, 360
double rôle, 296
doubles différences, 236, 1089
droit de préemption, 1411
droit du locataire, 38
droit du locateur, 38, 1449
droit évalué, 33
droit réel, 153
duplex, 91
durabilité, 64

E

écart absolu médian, 426
écart contractuel, 783
écart contractuel-marché, 1022
écart moyen pondéré, 786
écart type relatif à la médiane, 257
échantillonnage par hypercube latin, 1222
échantillonneur de Gibbs, 1188
échantillons appariés, 1230
économiste en construction, 652
effective rent (angl.), *voir* loyer effectif
effet de levier, 129, 1254
effet de taille, 993
effet direct, 569
effet fixe d'unité, 1086
effet fixe de période, 1087
effet indirect, 570
effet minimal détectable, 1160
effet moyen du traitement sur les traités, 1085
effet total, 569
effets aléatoires, 1087, 1186
effets fixes, 1087, 1186
effets fixes bidirectionnels, 1087
élasticité de l'offre, 68
emphytéose, 35, 162, 752
encadrée, 511
encadrement, 106
Enquête sur les logements locatifs, 98
enquêtes et statistiques officielles, 380
entretien différé, 1340
enveloppe, 323
équilibration, 254
erreur de donnée, 420
espérance de perte, 1516
état des résultats reconstitué, 841
état locatif, 785, 813, 1449
étiquette réglementaire, 1345
étude d'événement, 1091
étude de marché, 452
étude de ratios, 259, 551
étude du fonds de prévoyance, 205
évaluateurs agréés, 110
évaluation de masse, 259, 551, 1492
évaluation uniformisée, 255
événement non récurrent, 849
éviction, 960, 1416
exogénéité stricte, 1088
expertise, 1568
explicabilité, 1124
externalités, 10, 131
extraction, 750
extraction de marché, 726, 1387
extraction du taux, 876

F

facteur comparatif, 140, 255
facteur d'échelle, 1149
facteur de fonds d'amortissement, 878
faculté de reprise, 1409
faiblement informatif, 1185
faisceau de droits, 33
feasibility rent (angl.), *voir* loyer économique
fee simple (angl.), *voir* pleine propriété
fiche de courtage, 391
filtres qualitatifs, 485
financièrement faisable, 1249
flux, 64
flux après dette, 908
flux après impôt, 909

flux avant dette et avant impôt, 908
fonction d'enchère, 12, 532
fonction d'offre, 12
fonction de prix hédonique, 532
fonds de prévoyance, 205
fonds dominant, 191
fonds servant, 191
forêt aléatoire, 1118
forfaitaires, 653
formation continue, 287
forme additive, 505
forme mixte, 505
forme multiplicative, 505
fourchette de valeur, 598, 1393
fraction, 198
frais de copropriété, 1277
frontière d'exercice, 1257
fuite de données, 1122

G

géocodage, 431
Gibbs par blocs, 1189
globale, 1229
gradient de densité, 126
gradient exponentiel, 125
grappes, 1088
grille d'analyse, 489
grille des usages et des normes, 223
gross rent (angl.), *voir* loyer brut

H

haversine, 1154
hédonique, 1054
hétérogénéité, 1325
hétérogénéité spatiale, 562
hiérarchique, 1186
honoraires conditionnels, 297
hypothèque, 167
hypothèse de base, 294
hypothèse extraordinaire, 53, 294, 320
hypothèses de base, 52

I

identification causale, 1084
immatriculation, 184
immeuble de six logements et plus, 990
immeuble sans ascenseur, 995
importance par permutation, 1125
imputation, 437, 1058
incertitude, 1210
incidence, 294
incitatif, 690
incitatif de l'entrepreneur, 629
index des immeubles, 186
indexation, 1022
indication de valeur, 594
indice chaîné, 1058
indice d'état pondéré, 336
indice de dissimilarité, 93
indice de Herfindahl-Hirschman, 1497
indice de premier ordre, 1230
indice de prix à qualité constante, 1054
Indice des prix de la construction de bâtiments, 634
Indice des prix des logements neufs, 96, 1065
indice Teranet–Banque Nationale, 96, 1063
indice total, 1230
inférence de randomisation, 1326
informatif, 1186
information d'expert, 1180
inscription au rôle, 391
inscriptions en vigueur, 453
inspection d'évaluation, 320, 1567
inspection préachat, 1568
inspection professionnelle, 289, 304
interaction entre mesures, 1353
intérêts intérimaires, 703
International Association of Assessing Officers, 301
International Valuation Standards, 299
interprétation des intervalles, 1180
intervalle de confiance, 598, 1390
intervalle de crédibilité, 1181
intervalle de prédiction, 598, 1391
inverse de la distance, 1155
isolant de vermiculite, 330

J

jointure spatiale, 1151
journal d'exclusions, 439
juste valeur, 45

K
k-moyennes, 458
krigeage ordinaire, 573

L
lancer de rayon, 1153
leased fee (angl.), *voir* droit du locateur
leasehold (angl.), *voir* droit du locataire
légalement permis, 1247
levier, 429
leviers extraordinaires, 1022
lexique, 306
licence ouverte, 389
linéaire, 534
liquidité, 18, 1499
loan-to-value ratio (angl.), *voir* ratio prêt-valeur
log-log, 534
logements privés occupés, 90
loi bêta-PERT, 1213
loi log-normale, 1212
loi normale, 1212
Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, 220
Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles, 232
loi triangulaire, 1212
lot, 184
lots, 184
loyer, 65
loyer additionnel, 800
loyer brut, 800
loyer contractuel, 401, 783
loyer d'annonce, 401
loyer de base, 800
loyer de faveur, 786
loyer de marché, 401, 783, 1412
loyer économique, 784
loyer effectif, 783
loyer en pourcentage, 800
loyer net, 800
loyer nu, 796
loyer relatif, 965, 1412

M
maison individuelle non attenante, 90
marché, 448
marché institutionnel, 992
marché privé, 992
marchés minces, 1180
market rent (angl.), *voir* loyer de marché
matrice chapeau, 429
matrice de pondération spatiale, 564
matriciel, 1148
matricule, 406
mauvaises créances, 820
maximalement productif, 1249
médiane stratifiée, 1057
médianes, 1065
médianes de JLR, 96
MEFQ, 258
mélange, 1189
mesure, 352
mesurés, 653
méthode âge-vie, 716
méthode âge-vie modifiée, 718
méthode de fixation du loyer, 1021
méthode de l'entrepreneur, 624
méthode des flux actualisés, 1465
méthode du coût, 624
méthode du lotissement, 752
méthode par composantes, 633
méthode quantitative, 633
méthode résiduelle, 129, 235
méthode ventilée, 718
métré, 652
métré de contrôle, 653
mise de fonds minimale, 1395
modalités, 155
modèle à décalage spatial, 568
modèle à erreur spatiale, 568
modèle d'évaluation automatisé, 1137
modèle de Durbin spatial, 568
modèle de la bande grevée, 194
modèle hédonique, 1344
mois d'inventaire, 101
Monte-Carlo par chaînes de Markov, 1188
mousse isolante d'urée-formaldéhyde, 330, 1583
moyenne pondérée par le revenu, 872
MTM, 1149
multiplicateur de Lagrange, 567
multiplicateur du revenu brut, 883, 964,

1409
multiplicateur spatial, 570
municipalités, 110

N
négatif, 938
net rent (angl.), *voir* loyer net
nombre de mois d'inventaire, 83, 453
normale–inverse-gamma, 1183
normalisation, 847, 1459
Normes de pratique professionnelle, 289
notaires, 110
noyau, 571
numéro de lot, 406

O
observation influente, 420
ocre ferreuse, 326, 1582

P
palier, 572
panel, 1086
part attribuable au logement, 1024
part des baux sous le marché, 787
pépite, 572
période d'amortissement, 928
période de référence, 1024
phase I, 1319
phase II, 1319
phase III, 1319
physiquement possible, 1249
placebos dans l'espace, 1094
plan cadastral, 360
plan d'urbanisme, 220
plans d'architecte, 360
plans d'implantation et d'intégration architecturale, 229
pleine propriété, 153
pleine propriété libre de baux, 38
plex, 105
plomberie galvanisée, 1584
plus haute et meilleure utilisation, 10, 221, 1246
point de rupture, 421
point mort, 1299
point mort d'occupation, 933
pondération surfacique, 1155
portée, 572
positif, 938
poste, 681
pourcentage de base, 1022
poursuite des ventes, 1503
pouvoir d'achat, 7
prémisse de valeur, 45
prêt-revenu, 934
prêteurs hypothécaires, 110
prime d'occupation, 959
prime d'option de redéveloppement, 235
prime de conversion, 1298
principe d'anticipation, 9
principe d'équilibre, 9
principe de conformité, 10
principe de contribution, 9, 1340
principe de substitution, 8, 480
principe des rendements décroissants, 10
prix, 4, 45
prix ajusté, 481
prix au mètre carré habitable, 964
prix de réserve, 18
prix implicite, 533
prix installé, 682
prix marginal, 1351
prix médian, 1055
prix médians de l'APCIQ, 95
prix par logement, 964, 999, 1409
prix soutenable, 114
prix unitaire installé, 652
probabilité risque-neutre, 1256
problème des unités spatiales modifiables, 1155
processus gaussien, 1203
produit de seuil, 1254
profit, 690
profondeur, 1499
progressif, 260
projection, 1148
projection équirectangulaire locale, 1149
projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble, 229
promesse d'achat, 164
promoteur-marchand, 1261
proportion médiane, 255

propriété superficiaire, 157
prospectif, 871, 1462
protégé par droits acquis, 227
pseudo-résidus, 1119
publicité, 1319
pyrite, 325, 1582
pyrrhotite, 326, 1583

Q
quote-part, 199

R
radon, 1583
raisonnement incrémental, 1353
rapport de loyer, 1022
rapport prix sur valeur, 1055, 1063
rareté, 7
ratio, 255
ratio contractuel, 783
ratio d'amortissement brut de la dette, 1397
ratio d'amortissement total de la dette, 1397
ratio de couverture de la dette, 932, 1470
ratio de dépenses, 841
ratio de diversification, 1235, 1515
ratio du prix vendu au prix demandé, 453
ratio prêt-valeur, 932, 1470
ratio prix sur loyer annuel, 103
recherche et d'appariement, 18
réconciliation, 594
Red Book, 300
régime stabilisé, 901
registre foncier, 169, 186, 385
registres administratifs, 380
règle de validation, 423
règlement de construction, 220
règlement de lotissement, 220
règlement de zonage, 220
règles coercitives, 290
régressif, 260
régression géographiquement pondérée, 570
regroupement complet, 1186
relevé de l'évaluateur, 360
rendement courant, 938
rendement courant des fonds propres, 876
rent roll (angl.), *voir* état locatif
rente différentielle, 122
rente foncière, 123
reprise de logement, 960
reprises de finance, 395
réserve, 294
réserve de remplacement, 841, 850, 851, 1421, 1460
réserves, 52
résidu studentisé externe, 429
résidu studentisé interne, 429
restriction juridique, 1310
résultats potentiels, 1085
rétrécissement, 1187
revenu brut effectif, 822
revenu brut potentiel, 812
revenu net d'exploitation, 1462
révision, 304
risque, 1210
risque de prédiction, 1116
risque de refinancement, 1511
rôle d'évaluation foncière, 386
rotation, 902, 1022
ruptures naturelles, 1161

S
saisie, 352
schéma d'aménagement et de développement, 220
SCHL, 110
score robuste, 426
secret professionnel, 297
segmentation a priori, 451
segmentation révélée, 451
semi-logarithmique, 534
semi-variogramme, 572
service de la dette, 931
servitude, 35, 161, 191
silhouette, 458
simulation de Monte-Carlo, 1211
sincère, 484
sols argileux, 326
somme logarithmique, 1157
sous-marché, 448
spatio-temporelle, 565
standardisée en ligne, 564
stigmate, 1310

stock, 64
stress test, 1211
stress test inversé, 1224
superficiaire, 157
superficie brute, 353
superficie habitable, 656
superficie habitable totale, 353
superficie nette, 353
surabondance, 716
surapprentissage, 1122
syndicat, 198
système de référence de coordonnées, 1148

T
taille d'échantillon effective, 1190
tampon, 1153
taux admissible minimal, 933, 962, 1396
taux d'absorption, 453
taux d'actualisation, 898
taux d'apprentissage, 1119
taux d'inoccupation, 100
taux d'inoccupation naturel, 71
taux d'inoccupation physique, 815
taux d'occupation économique, 823
taux de capitalisation, 65, 898
taux de capitalisation terminal, 906
taux de conformité formelle, 294
taux de croissance annuel composé, 93
taux de dépréciation, 714
taux de disponibilité, 815
taux de pertes et de chutes, 662
taux de propriété, 90
taux de rendement interne, 910
taux de risque d'extinction, 227
taux effectif, 107
taux global, 964, 1447
taux global de capitalisation, 870
taux implicite, 1428
taux marginal, 263
taux variés, 261
technique résiduelle du terrain, 751
tendances parallèles, 1089
tenue des dossiers, 289
terme, 929
terrain excédentaire, 1251
terrain intercalaire, 755
terrain réputé vacant, 1250
terrains vagues desservis, 745
territoire rénové, 185
test placebo, 1090
titre réservé, 286
tour d'habitation, 995
traitement, 1085
trajectoire contractuelle, 1022
transaction non représentative, 420
transformation within, 1087
TreeSHAP, 1125
tréfoncier, 157
TRI des fonds propres, 909
TRI modifié, 911
Tribunal administratif du logement, 110

U
Uniform Standards of Professional Appraisal Practice, 300
unité d'évaluation, 252, 1491
unité de comparaison, 483
usage, 35
usage intérimaire, 1250
usufruit, 35, 159
utilité, 7

V
vacance économique, 815
valeur, 4, 45
valeur à risque, 1225, 1514
valeur à risque conditionnelle, 1225
valeur aberrante, 420
valeur actuelle nette, 910
valeur assurable, 45
valeur au rôle, 4, 1373
valeur brute de développement, 1252
valeur d'emprunt, 1373
valeur d'investissement, 4, 44, 1373, 1409, 1520
valeur d'usage, 4, 45
valeur de conversion, 1297, 1298
valeur de l'attente, 1257
valeur de liquidation, 44
valeur du terrain, 744
valeur en bloc, 1297, 1298
valeur équitable, 44
valeur la plus probable, 598

valeur marchande, 4, 1372, 1408, 1448
valeur relative, 199, 1276
valeur synergique, 44
valeurs limites, 1317
valeurs SHAP, 1124
validation croisée, 571, 1120
valorisation, 84
variation brute, 101
variation estimative sur logements comparables, 101
vectoriel, 1148
ventes appariées, 192, 236, 506
ventes de promoteur, 395
ventes liées, 394
ventes répétées, 1054, 1060
ventes successorales et sous contrainte, 395
vermiculite, 1583
vie économique, 335, 715
vie économique restante, 335, 715
vie physique, 715
vie utile, 335
vraisemblance, 1181
vraisemblance concentrée, 569

W

WAIC, 1190